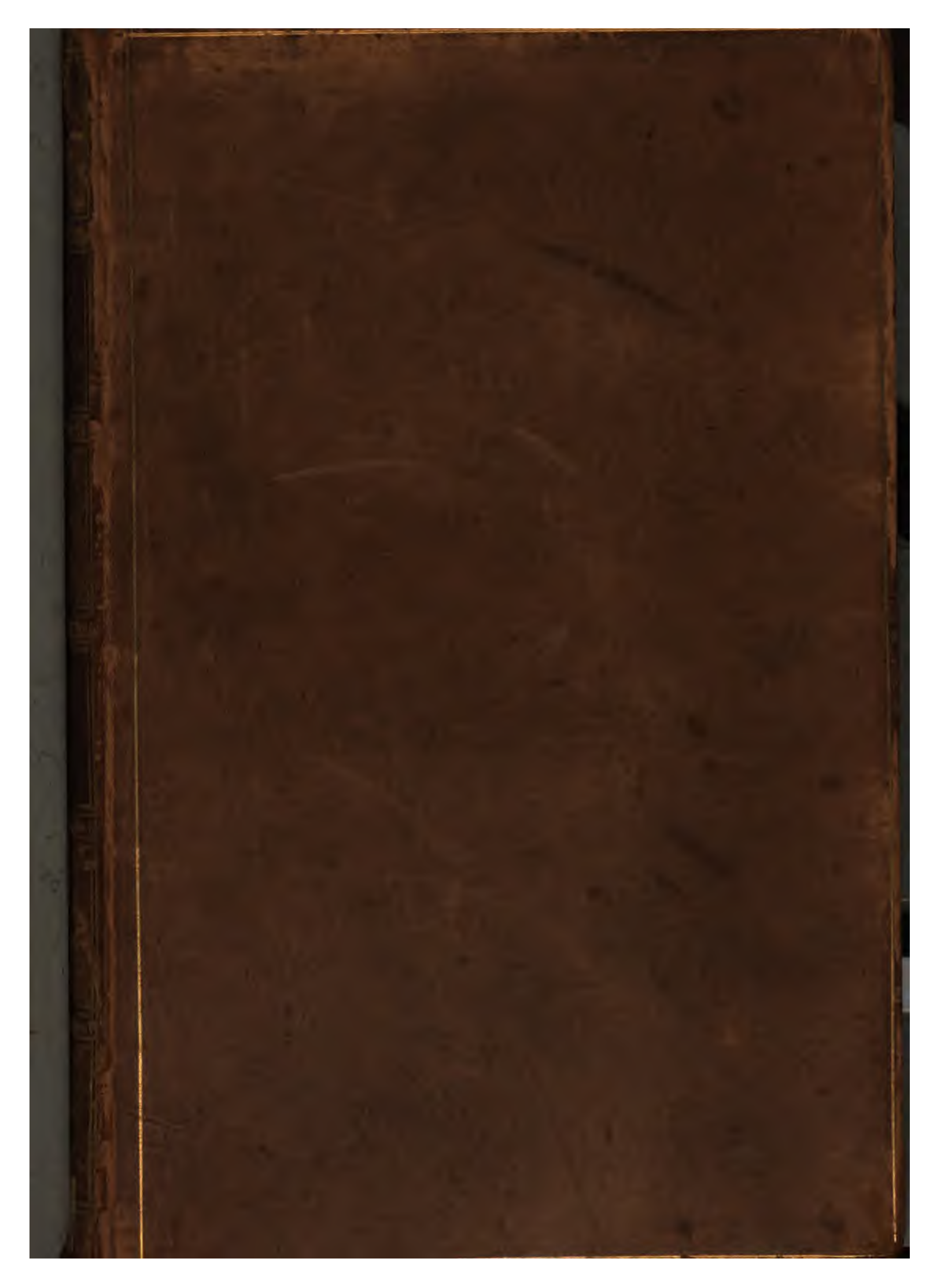
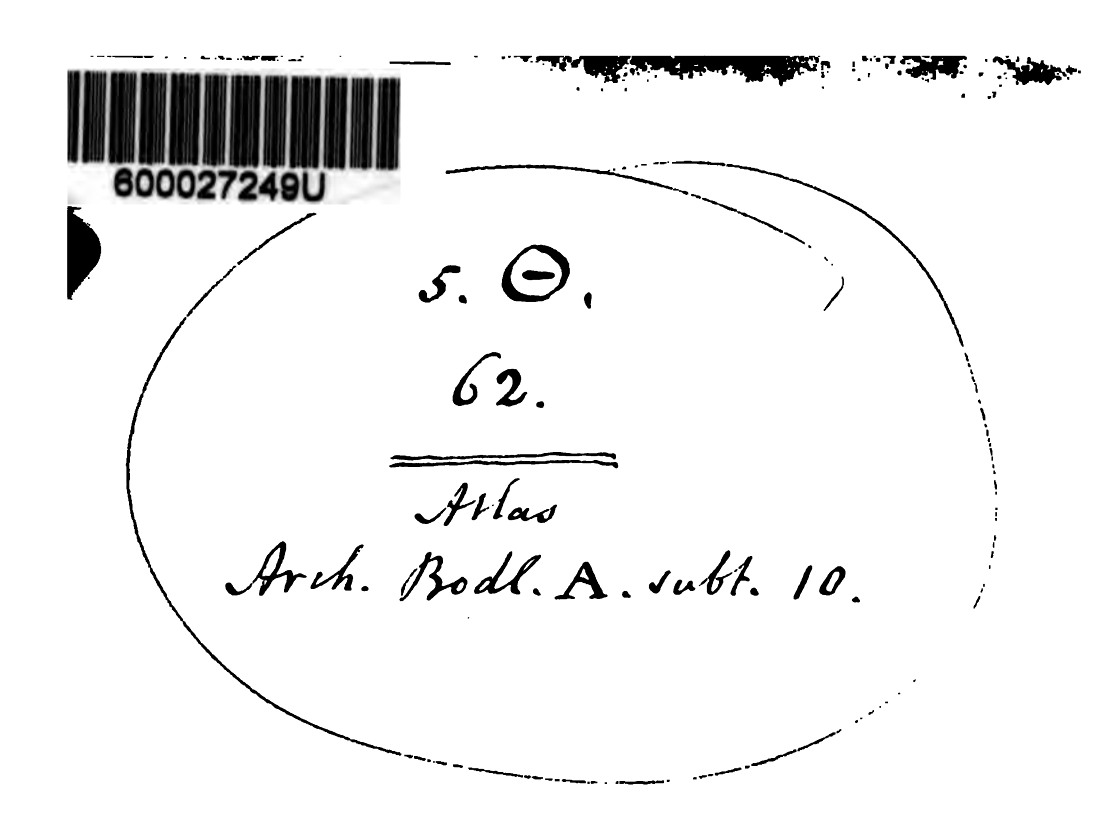



5. Θ.
62.
Atlas
Arch. Bodl. A. subt. 10.

VOYAGE

DANS LA

RUSSIE MÉRIDIONALE

ET LA CRIMÉE.

VOYAGE

DANS LA

RUSSIE MÉRIDIONALE

ET LA CRIMÉE.

IMPRIMERIE DE SCHNEIDER ET LANGRAND
1, rue d'Erfurth

VOYAGE

DANS LA

RUSSIE MÉRIDIONALE

ET LA CRIMÉE,

PAR LA HONGRIE, LA VALACHIE ET LA MOLDAVIE,

EXÉCUTÉ EN 1837, SOUS LA DIRECTION

DE M. ANATOLE DE DÉMIDOFF,

par

MM. DE SAINSON, LE PLAY, HUOT, LEVEILLÉ, RAFFET, ROUSSEAU, DE NORDMANN ET DU PONCEAU;

Dédié à S. M. Nicolas Ier, Empereur de toutes les Russies

TOME QUATRIÈME.



PARIS,

ERNEST BOURDIN ET Cie, ÉDITEURS

51, RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN

1842


BIBLIOTHECA·BODLEIANA·

EXPLORATION

DES TERRAINS CARBONIFÈRES DU DONETZ,

EXÉCUTÉE DE 1837 A 1839,

SOUS LA DIRECTION DE M. A. DE DÉMIDOFF,

PAR M. F. LE PLAY,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES
PROFESSEUR A L'ÉCOLE ROYALE DES MINES DE PARIS

Avec la collaboration de MM. MALINVAUD, ancien élève de l'école des mineurs de Saint-Etienne, sous-directeur des travaux de recherche, pendant les années 1837, 1838 et 1839 ; LALANNE, ingénieur des ponts et chaussées, chargé des études géodésiques et météorologiques ; AYRAUD, ancien élève de l'école d'Angers, chef des travaux de sondage.

M. A. de Démidoff, en dirigeant vers la Russie méridionale de puissants moyens d'exploration, se proposait surtout d'étudier une question industrielle, à laquelle une parole de Pierre le Grand a donné un intérêt national. L'essor imprimé depuis le commencement de ce siècle au commerce de la mer Noire, et l'importance pour ainsi dire politique acquise au charbon de terre par suite des récentes applications de la machine à vapeur, dirigeaient plus vivement que jamais vers cette partie de l'empire l'attention du gouvernement et de l'administration locale. Il s'agissait surtout d'apprécier la richesse minérale que recèlent les terrains carbonifères baignés par le Donetz, et de déterminer les moyens à employer pour en tirer parti dans un avenir prochain : ce volume a pour objet



EXPLORATION

DES TERRAINS CARBONIFÈRES DU DONETZ,

EXÉCUTÉE DE 1837 A 1839,

SOUS LA DIRECTION DE M. A. DE DÉMIDOFF,

PAR M. F. LE PLAY,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES

PROFESSEUR A L'ÉCOLE ROYALE DES MINES DE PARIS

Avec la collaboration de MM. MALINVAUD, ancien élève de l'école des mineurs de Saint-Étienne, sous-directeur des travaux de recherche, pendant les années 1837, 1838 et 1839; LALANNE, ingénieur des ponts et chaussées, chargé des études géodésiques et météorologiques; AYRAUD, ancien élève de l'école d'Angers, chef des travaux de sondage.

de faits que M. Le Play a coordonnés soit dans les quatre premiers chapitres de cet ouvrage, soit sur la Carte géologique de la chaîne du Donetz, sont le fruit d'observations faites en commun avec M. le comte de Sainte-Aldegonde.

M. Koulounoff, intendant du comptoir de MM. de Démidoff à Taganrog, a été chargé de tous les détails concernant la partie économique de l'entreprise, et notamment, des mouvements de matériel, des approvisionnements pour les travaux, etc. C'est à son zèle dévoué et intelligent qu'il faut attribuer le succès et la rapidité avec lesquels, nonobstant une foule d'obstacles, la plupart des travaux ont été conduits.

EXPLORATION

DES TERRAINS CARBONIFÈRES DU DONETZ,

OU

RECHERCHES

SUR L'ÉTAT ACTUEL ET SUR L'AVENIR DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DANS CETTE CONTRÉE,

PAR M. F. LE PLAY.

EXPLORATION

DES TERRAINS CARBONIFÈRES DU DONETZ.

CHAPITRE PREMIER.

Topographie, végétation et climat de la chaîne du Donetz et des steppes environnantes.

Aucune autre partie de l'Europe ne présente une constitution topographique aussi singulière, une uniformité aussi remarquable que la contrée qui s'étend de l'ouest à l'est, sur une longueur de 1,000 kilomètres (1) environ, entre le Pruth et le Donetz. Vers le nord, cette contrée se rattache, sans transition distincte, aux vastes plateaux de la Russie européenne, et elle n'a de limites bien tranchées que vers le sud. Ces limites sont tracées de la manière la plus naturelle par les rivages septentrionaux de la mer Noire et de la mer d'Azov, puis par les cours inférieurs du Danube et du Don, qui, ainsi qu'on le démontrera plus loin, peuvent être considérés, au point de vue géologique, comme formant en quelque sorte le pro-

(1) Voir à la fin de cet ouvrage l'indication des rapports qui existent entre les unités de mesure russes et françaises.

longement de ces rivages. Elles embrassent ainsi la plus grande partie du territoire des quatre gouvernements de la Russie méridionale et de la tribu des Cosaques du Don. Toute cette région est caractérisée par des plaines sans bornes où, pendant de longues journées de voyage, on chercherait en vain à reposer ses yeux sur une colline, un arbre, un buisson, ou un fragment de roche solide de quelque grosseur. Heureusement ces plaines ne sont pas sans fertilité : le sol s'y couvre spontanément d'une magnifique végétation herbacée, au milieu de laquelle la culture n'apparaît encore que comme une exception, malgré le progrès inouï que la civilisation, propagée par une administration habile, a semé sur ces solitudes durant le demi-siècle qui vient de s'écouler. Cette forme particulière de topographie et de végétation, qui paraît distinguer également une grande partie de l'Asie centrale, a frappé tous les voyageurs qui de loin en loin ont visité ces régions; et lorsqu'ils ont voulu désigner cette nature inconnue à l'Europe occidentale, tous ont adopté le mot *steppe*, employé, à ce qu'il paraît, depuis un temps immémorial (1), par les nations slaves qui habitent cette partie de l'ancien monde.

La steppe de la Russie méridionale, qu'on pourrait

(1) степь. Ce substantif est féminin dans la langue russe; cependant le mot *steppe* qui en est dérivé est employé ordinairement au masculin dans le dialecte français introduit en Russie par les classes supérieures de la société. Plusieurs personnes compétentes ont pensé qu'il était plus conforme à l'analogie et au génie de la langue française d'adopter pour le mot steppe le genre féminin.

encore appeler plus succinctement la *steppe pontique,* est une suite de plaines basses qui, dans leur plus longue dimension, s'étendent à peu près de l'O. 10° S. à l'E. 10° N. Vers le nord, elles s'élèvent graduellement au-dessus du niveau de la mer par une pente ordinairement insensible à l'œil ; au sud, elles se terminent brusquement par un gradin, dont la hauteur moyenne varie de 30 à 50 mètres, et dont on peut suivre le relief depuis l'embouchure du Pruth jusqu'à celle du Donetz. Cette limite méridionale de la steppe est accusée à son extrémité orientale par les escarpements qui bordent la rive droite du Don ; à l'extrémité opposée, par les collines qui accompagnent la rive gauche du Danube dans le prolongement exact de la chaîne de hautes montagnes située entre la Valachie et la Transylvanie. Dans la partie intermédiaire, le gradin qui limite la steppe n'est autre chose que la falaise qui domine avec tant de régularité les rivages de la mer Noire et de la mer d'Azov, et sur laquelle se sont élevées Odessa, Kherson, Nagaïski, Marioupol et Taganrog. C'est à dessein que, dans cet aperçu général de la steppe pontique, je fais abstraction de la presqu'île de Crimée ; celle-ci, sous le double rapport de la géographie et de la géologie, est étrangère à la contrée que je décris, et peut être considérée comme une dépendance de la chaîne du Caucase.

La steppe de la Russie méridionale, comme le désert et l'Océan, a ses phénomènes, ses harmonies et ses scènes caractéristiques. Souvent, sur des étendues considérables, l'absence de tout relief est accusée par

des lignes d'horizon d'une pureté si parfaite, que le voyageur, dans le vaste disque qu'il embrasse du regard, peut compter au loin tous les poteaux équidistants par lesquels la route est signalée, et les voir décroître selon les lois exactes de la perspective. Dans ces plaines sans fin, il n'est pas étonnant que l'esprit se reporte de préférence, par les souvenirs et les comparaisons, vers les scènes de la vie maritime, et véritablement il est des instants où tout se prête à cette illusion ; c'est surtout vers le soir, lorsque l'horizon se dessine avec vigueur sur le ciel, et que le vent agite et soulève les grandes herbes de la plaine, qu'on pourrait se laisser aller sans trop de rêverie à se croire au milieu des flots. Au reste, cette comparaison toute naturelle de la steppe avec l'Océan est encore justifiée par les circonstances qui signalent le trajet de l'homme à travers ces silencieuses solitudes : l'aspect singulier des longues caravanes de chariots attelés de bœufs ou de chameaux, qu'on voit poindre, grandir et se détacher sur l'horizon, rappelle les convois de navires qu'on rencontre quelquefois sur les mers. Ces flottes de la steppe sillonnent la contrée dans toutes les directions, suivant toujours la ligne de plus courte distance entre les points de départ et de destination, et les gués intermédiaires. En les voyant au loin glisser lentement sur la plaine, on serait tenté de croire qu'elles cheminent au moyen d'un moteur étranger aux habitudes du continent.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette horizontalité du sol, c'est qu'elle ne se manifeste pas seule-

ment dans les régions formées de ces dépôts modernes qu'on rattache ordinairement à l'idée de plaines; nous indiquerons plus loin que le même aspect se retrouve aussi dans plusieurs districts où dominent les roches anciennes qui, dans le reste de l'Europe, caractérisent presque toujours les pays de montagnes.

De nombreux cours d'eau parcourent la Russie méridionale dans une direction à peu près perpendiculaire à la falaise pontique. Sauf quelques anomalies sur lesquelles je devrai insister à la fin du deuxième chapitre, ils coulent généralement du nord-nord-ouest au sud-sud-est, et portent directement leurs eaux à la mer, au Danube et au Don.

Au reste, ces cours d'eau, non plus que leurs affluents, ne répandent point sur la contrée cette variété de paysage qui signale ordinairement l'approche des vallées. Quelques-uns, en petit nombre, et principalement le Dniéper et le Donetz, coulent au pied d'une sorte de gradin formé par la rencontre de deux plateaux d'inégale hauteur; mais la plupart des dépressions hydrographiques de la steppe sont de simples fissures qui suivent ordinairement toutes les sinuosités du cours d'eau qui en occupe le fond. Ces rivières ne peuvent donc modifier en rien l'aspect uniforme de la contrée, puisqu'on n'est, en général, averti de leur voisinage qu'en arrivant au bord des ravins où elles se sont creusé un lit.

Il est naturel que le voyageur dirige vivement son attention sur les moindres accidents qui peuvent jeter

quelque variété sur une contrée aussi uniforme, et rompre la monotonie des lignes de cet austère paysage. La plus simple esquisse sur la topographie de la steppe pontique ne saurait donc omettre l'indication des *kourgans*. Tel est le nom par lequel on désigne dans la contrée ces buttes de terre qui s'y rencontrent en si prodigieuse quantité, et qui m'ont paru abonder surtout près du littoral des deux mers, entre le Boug et le Donetz. Élevés évidemment par la main de l'homme, les kourgans, selon toute apparence, ont été ordinairement formés au moyen d'un déblai pris autour de leur base. Très-souvent une dépression circulaire indique suffisamment ce mode naturel de construction; parfois cependant on ne retrouve plus ces traces de l'ancien déblai, et si on n'admettait pas qu'elles ont été effacées pendant une longue série d'années par l'influence des agents atmosphériques, il serait difficile de concevoir l'origine des matériaux ainsi accumulés. La hauteur de ces singuliers monuments de la steppe est généralement comprise entre 5 et 10 mètres, et dépasse quelquefois 20 mètres. Ils affectent communément la forme d'un cône très-régulier, légèrement arrondi ou tronqué au sommet; l'inclinaison des arêtes est très-forte, et correspond à peu près au maximum que comporte la nature des matériaux pulvérulents qui ont servi au remblai; leur profil est ordinairement resté pur; en sorte que leur enveloppe herbacée les a protégés plus sûrement que ne l'auraient fait le ciment et le marbre contre l'action destructive du temps.



L'étude des kourgans appartient à l'archéologie et non à l'histoire naturelle : ce n'est donc point ici le lieu de reproduire les observations et les conjectures dont ils ont été l'objet ; je me borne à dire qu'ils fournissent parfois au géologue d'utiles moyens d'observation. On découvre en effet sur leurs flancs des fragments de roches qui, dans la contrée environnante, sont ordinairement cachées par une couche épaisse de terre végétale. Les kourgans, étant de préférence établis sur des points culminants, fournissent encore un précieux moyen d'observer çà et là l'ensemble du pays ; quelquefois même, dans les parties de la steppe où ces monuments abondent, ils dessinent rigoureusement des lignes de faîte qui sans cette circonstance ne seraient pas sensibles à l'œil. Cette disposition est sans doute sujette à de nombreuses exceptions ; mais elle est frappante en beaucoup de lieux, et il faut, ce me semble, en tenir compte en discutant les nombreuses hypothèses que l'on peut faire sur la destination primitive de ces monuments. J'ajoute que l'archéologue qui voudra étudier cette intéressante question devra parcourir lui-même la steppe pontique, et évoquer en quelque sorte les peuples qui tour à tour en ont foulé le sol. Peut-être, dans cette étude nomade, retrouvera-t-il quelques traces des nécessités locales qui, dans ces âges obscurs, ont pu déterminer l'édification des kourgans. Au reste, soit qu'ils aient été posés comme jalons stratégiques pour diriger le flot des invasions, soit qu'ils aient été consacrés, comme on l'a constaté près de Kertch (Crimée), à d'illustres sépul-

tures ou à de sanglants trophées, soit enfin qu'ils aient servi à délimiter des pâturages fréquentés par diverses tribus, il résultera probablement de ces recherches que ces monuments doivent leur forme particulière à la disposition commune au marin et à l'habitant des steppes, qui porte l'un et l'autre à étendre, par tous les moyens dont ils peuvent disposer, l'horizon borné qui les environne.

L'étude approfondie de la constitution physique de la steppe pontique serait féconde en résultats pour un historien. La nature toute particulière du sol a dû imprimer de tout temps une certaine direction à l'industrie des peuples qui l'ont habitée, et déterminer certaines habitudes sociales peu différentes de celles qu'on y retrouve encore aujourd'hui. Cette étude jetterait donc une vive lumière sur l'histoire ancienne de ces régions que diverses migrations de peuples lient d'une manière si intime à l'histoire de l'Europe occidentale; elle expliquerait, dans une certaine mesure, la prospérité des colonies qui y fleurirent dans l'antiquité, et la puissance que les Génois acquirent au moyen âge en exploitant le commerce de la mer Noire; enfin elle ferait apprécier la grandeur des destinées qui depuis un demi-siècle s'ouvrent de nouveau pour cette mer, et rehausserait singulièrement l'importance des questions qui attirent aujourd'hui vers l'Orient les regards de toute l'Europe.

Me bornant dans cet ouvrage aux faits qui rentrent plus particulièrement dans le cadre de mes

études et de la mission qui m'attirait dans cette contrée, j'aurai moi-même à signaler dans le quatrième chapitre plusieurs conséquences importantes de la constitution physique de la steppe pontique. Il sera, en effet, utile de rechercher comment cette contrée, dépourvue des voies ordinaires de communication, et où les ports peu nombreux sont, pour ainsi dire, sans relation avec les grands fleuves qui la sillonnent, peut néanmoins se développer avec une rapidité qui tient du prodige, et exporter, avec une supériorité décidée, dans l'ouest de l'Europe, les produits bruts et encombrants de son agriculture. L'étude des mêmes faits me conduira encore à indiquer quelle direction l'activité humaine semble devoir prendre dans cette région si riche d'avenir, et quelle impulsion elle pourra recevoir par l'exploitation des richesses minérales que recèle la chaîne carbonifère du Donetz.

La contrée montueuse du Donetz présente dans sa configuration topographique une anomalie remarquable à l'extrémité orientale de la steppe pontique. Toutefois l'importance de cette contrée exceptionnelle résulte beaucoup plus de l'uniformité des plaines environnantes, et des considérations industrielles qui s'attachent à une région riche en combustibles minéraux, que de la grandeur des accidents topographiques qu'on y peut observer. Sous ce dernier rapport, la chaîne du Donetz ne pourrait être comparée même aux groupes de roches anciennes de la Normandie et de la Bretagne. Il semblerait qu'elle n'a pu se sous-

traire que partiellement aux influences qui ont agi sur le reste du pays, et on n'a pu l'appeler montagne que dans une région où les plaines, par leur nivellement presque absolu, rivalisent, pour ainsi dire, avec l'Océan dans ses périodes de calme.

Dans une première vue d'ensemble, on peut considérer la chaîne du Donetz comme une vaste boursouflure très-aplatie, dont le niveau moyen s'élève à 50 mètres au plus au-dessus des parties de la grande steppe situées à l'est et à l'ouest sous les mêmes parallèles. Elle présente à peu près la forme d'un triangle scalène, dont les sommets seraient situés : 1° un peu au-dessous de Zmiev, sur le Donetz ; 2° à l'embouchure du Donetz dans le Don ; 3° à Karakouba sur le Kalmious, à 65 kilomètres au nord de Marioupol. Le plus grand des côtés du triangle suit donc à peu près constamment le cours du Donetz, qui, de Zmiev à son embouchure, sur une longueur de 400 kilomètres, coule du nord-ouest au sud-est. C'est surtout cette circonstance qui nous a conduit à caractériser par le nom de cette rivière la contrée montueuse comprise dans le triangle. Les limites topographiques de la chaîne ne sont pas partout très-distinctes ; souvent même il est difficile d'établir une ligne de démarcation rationnelle entre elle et les steppes contiguës. Les explications suivantes, que le lecteur devra suivre sur la carte (pl. Ire), suffiront cependant pour définir cette contrée aussi exactement que l'exige le but de cet ouvrage.

L'étude spéciale du Donetz et du régime de ses eaux

importe à l'objet que nous avons en vue, non-seulement parce que cette rivière forme la principale limite de la chaîne, mais encore parce que tous les accidents que présente son cours au-dessous de Zmiev sont en relation intime avec le relief de la chaîne ; les inflexions du Donetz présentent d'ailleurs une connexion frappante avec la composition des masses minérales et la direction de plusieurs grandes lignes de fractures, empreintes éternelles profondément gravées dans le sol, et qui nous ont permis de tracer l'histoire géologique de cette extrémité de l'Europe.

Le Donetz, qui, depuis sa source jusqu'à Zmiev, coule du nord au sud, suivant l'inclinaison générale de la contrée située au nord de la steppe pontique, vient pour la première fois butter contre la chaîne à 15 kilomètres au-dessous du bourg de Zmiev, près du petit village de Nijni-Vichkine; empêché par cet obstacle d'atteindre la mer d'Azov suivant la ligne la plus directe qu'il suivait jusque-là, il est rejeté vers l'est, et commence à couler, sauf de nombreux circuits, suivant la direction de l'O. 52° N. à l'E. 52° S., dans une étendue de pays qui, estimée en ligne droite, n'a pas moins de 124 kilomètres. La ligne qui mesure cette étendue et cette direction moyenne s'étend de Nijni-Vichkine à Starodoubok, petit hameau situé sur la rive droite du Donetz, 11 kilomètres à l'est de Slaviansk. Dans cette partie de son cours, le Donetz tend sans cesse à obéir à la pente générale du terrain et à couler du nord au sud, comme tous les ruisseaux qu'il reçoit sur sa rive gauche ; en sorte que

ses eaux, en se portant de préférence sur la rive droite de leur lit, corrodent constamment le pied de la chaîne. Le résultat de cette action progressive du fleuve doit donc être, sur la rive droite, une falaise escarpée ou des talus plus ou moins rapides, suivant la nature du sol, et, sur la rive gauche, une plaine basse, qui s'étend à mesure que le fleuve se déplace, et qui se recouvre de matières de transport enlevées à la chaîne et plus ou moins remaniées par les eaux. Tel est exactement l'état des choses dans cette partie des limites de la chaîne du Donetz. Cette différence entre les deux rives commence à se prononcer dès que la rivière vient toucher la chaîne. A droite, une suite de falaises que leur blancheur signale de très-loin, ou de mamelons à pentes rapides, dessine de la manière la plus prononcée la limite nord-est du plateau montueux ; à gauche, on ne trouve dans toute cette étendue qu'une plaine parfaitement nivelée, entrecoupée de marécages et de puissantes nappes de sable blanc pulvérulent, que le vent accumule çà et là en dunes mobiles, impraticables au pied des chevaux lorsqu'elles ne sont pas fixées par la végétation, dont je donnerai plus loin un aperçu. Cette région accompagne ainsi la chaîne du Donetz sur les deux tiers de sa longueur ; elle offre partout les mêmes caractères et ressemble beaucoup aux landes du sud-ouest de la France. Les nombreux détours que forme le Donetz dans cette première section de son cours, et qui se font remarquer surtout au nord-ouest d'Izioum, dans une région située en partie hors des limites de la

carte géologique (voir le croquis fig. 1 dessiné sur la pl. Ire), sont dus à la résistance inégale que les diverses parties de la chaîne offrent à l'action destructive des eaux. Cette inégalité est fréquente dans un terrain essentiellement composé de calcaires crayeux, à texture variable, et de sables pulvérulents. Dès qu'il rencontre un de ces points de moindre résistance, le Donetz, suivant l'impulsion que lui donne la pente générale de la contrée, y fait une trouée dans la direction du sud; mais bientôt un accroissement dans la résistance des roches l'empêche de poursuivre cette voie locale : il est donc obligé de remonter vers l'est et même vers le nord-est pour reprendre la direction générale des falaises.

La deuxième section qu'il convient de distinguer dans le cours du Donetz est celle qui s'étend de Starodoubok à l'extrémité nord du promontoire de Privolnoé, dans la direction de l'O. 27° S. à l'E. 27° N., et sur une longueur qui, mesurée en ligne droite, a 39 kilomètres. Cette inflexion du Donetz, beaucoup plus prononcée que toutes celles qui ont été signalées précédemment, est due à la présence d'un puissant massif de roches à strates très-inclinées, qui fait saillie au milieu et en avant du terrain crétacé, et qui appartient à la formation carbonifère. Cette formation, que le Donetz atteint en ce point pour la première fois et qui apporte à l'action destructive des eaux une résistance très-énergique, joue donc, par rapport à l'ensemble de la formation crétacée, mais d'une manière plus prononcée, le même rôle que jouent les

roches solides de cette dernière formation relativement aux parties pulvérulentes.

Dans sa troisième section, le Donetz, après avoir tourné le promontoire de Privolnoé, suit la limite orientale du plateau carbonifère dont les roches sont dirigées en ce point de l'O. 45° N. à l'E. 45° S. Se rapprochant ainsi du sud plus que ne le fait la formation crétacée dans sa direction moyenne, il ne tarde pas à rejoindre cette formation près de Verkhnié, à 25 kilomètres de l'extrémité nord du promontoire de Privolnoé. La coupe n° 3 (pl. Ire), faite en avant de cette partie du Donetz, donne une idée assez exacte de l'aspect des collines carbonifères qui s'étendent de Privolnoé à Verkhnié, et de l'opposition tranchée qui existe entre ces collines et les plaines sableuses qui bordent la rive gauche de la rivière.

Dans une quatrième section, le Donetz baigne les contours d'un plateau crétacé, composé en général de roches plus résistantes que celles qui se trouvent dans les falaises comprises entre Nijni-Vichkine et Staroudoubok. Une moindre inégalité dans la résistance des roches du plateau crétacé entraîne de moindres inflexions dans le cours de la rivière. Celle-ci, et par conséquent l'arête extrême du plateau crétacé dont elle suit toutes les sinuosités, s'écartent donc peu de la ligne droite, longue de 104 kilomètres, orientée du N. 72° O. au S. 72° E., joignant les deux extrémités de cette section, savoir : le village de Verkhnié et l'embouchure de la rivière Mitiakinka, 4 kilomètres au-dessous du village de Novobojedarovka.

A partir de ce point, le Donetz pénètre dans la masse crétacée qu'il avait à sa droite depuis Verkhnié; il court alors en ligne directe vers le sud, jusqu'au hameau de Podgornoï, à la limite méridionale de cette bande crétacée, au point même où il vient rencontrer pour la seconde fois la formation carbonifère. Cette cinquième section s'étend, sur une longueur de 21 kilomètres, du N. 9° O. au S. 9° E.

Dans une sixième section, le Donetz présente des circonstances fort différentes de celles qui caractérisent les sections supérieures; il coule exactement à la limite commune de la formation carbonifère et de la formation crétacée. Les roches carbonifères, composées principalement de grès quartzeux, et beaucoup plus résistantes que les sables et les calcaires marneux de la formation crétacée, ne se laissent pas entamer, comme cette dernière, par la rive droite du fleuve. Il en résulte que le lit du Donetz n'a pu généralement se déplacer progressivement de l'est à l'ouest, comme il l'a fait depuis Nijni-Vichkine, ni former sur sa rive gauche une plaine sableuse et marécageuse, composée de matières de transport nivelées par l'action de ses eaux. La plaine qui accompagnait la rive gauche du Donetz se termine donc à quelques kilomètres au-dessous de Podgornoï, au village de Goundorovskaïa : à partir de ce point, la rive gauche du Donetz confine immédiatement à une contrée un peu montueuse; quelquefois même, ainsi qu'on le peut observer à 1 kilomètre au-dessous de Goundorovskaïa, à Kalitvenskaïa, etc., la rive gauche est

formée par une petite falaise crayeuse. Les dunes de sable ne se retrouvent sur cette rive que de loin en loin, et n'y forment plus que des lambeaux sans importance : c'est ce qui arrive, par exemple, près de Kamenskaïa, d'Ekaterinenskaïa, etc.

Le massif carbonifère que suit le Donetz depuis Podgornoï, se prolongeant à peu près de l'ouest à l'est, contrarie plus fortement que ne le faisait jusque-là le massif crétacé la tendance qu'ont les eaux de la rivière à rejoindre la mer par le plus court chemin. Redoublant d'efforts pour se frayer un passage, le Donetz attaque donc de plus près toutes les anfractuosités du massif qui contient sa rive droite ; il tend sans cesse à pénétrer entre les strates du terrain carbonifère, qui, à part leur résistance propre, se prêtent d'autant mieux à cette propension des eaux qu'étant très-inclinées, elles forment un angle très-aigu avec le lit de la rivière. Toutefois ce n'est que vers Oust-Doubovskoï, à 40 kilomètres environ au-dessous de Kamenskaïa, que le Donetz s'insinue enfin dans la chaîne carbonifère qu'il n'avait fait que contourner jusque-là. Dès ce moment, les collines crétacées restent ordinairement vers l'est à une certaine distance de la rivière ; et l'on commence à apercevoir sur sa rive gauche de hautes éminences, des escarpements et des rochers identiques avec ceux qui précédemment ne s'étaient montrés que sur sa rive droite.

Dans ces nouvelles conditions, et après un parcours de 25 kilomètres, le Donetz atteint le hameau de Diadine, tout en conservant la direction qu'il affectait



depuis Podgornoï, et qui coïncide à peu près avec celle des roches carbonifères. La ligne droite tirée de Podgornoï à Diadine caractérise donc cette sixième section : elle est dirigée du N. 77° O. au S. 77° E.; sa longueur est de 64 kilomètres.

A partir de Diadine, le Donetz change brusquement de direction, et commence à couper transversalement les plans de stratification de la formation carbonifère, pour arriver au Don suivant la ligne la plus directe. Il suit dès lors l'impulsion de son affluent principal, la Kalitva, qui, coulant librement du nord au sud, lui vient en aide pour franchir la chaîne en ce point de moindre résistance. De magnifiques escarpements de roches, si rares dans le reste de la contrée, et qui abondent près du confluent de ces deux rivières, indiquent assez la lutte que celles-ci ont dû engager en ce lieu pour se frayer un passage. Dans cette septième section, le Donetz, suivant la pente naturelle de la contrée, coule à peu près en ligne droite, sur une longueur de 53 kilomètres, et dans la direction du N. 23° O. au S. 23° E., jusqu'au village d'Oust-Bouistrianskaïa.

En ce point, le Donetz heurte de nouveau la formation crétacée; celle-ci, s'élevant au-dessus du niveau des roches carbonifères, constitue un dernier contre-fort qui, pendant longtemps, a dû empêcher les eaux de cette rivière de déboucher dans le Don. Par une particularité qui ne s'était pas présentée jusque-là, ce contre-fort, dirigé de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, fait obstacle à la rive gauche du Donetz. Les phénomènes qui signalent le passage du Donetz dans la for-

mation crétacée entre Nijni-Vichkine et Podgornoï se représentent donc ici en sens inverse : la falaise crétacée se trouve constamment sur la rive gauche, tandis que sur la rive droite s'étend une plaine basse de sables marécageux et de dunes mobiles. Plus loin, les eaux ont dû frayer leur lit dans un relèvement du terrain carbonifère qui, offrant une base solide aux masses crétacées, a préservé ces dernières de l'action des eaux. C'est donc sur cette sorte de déversoir carbonifère et entre des collines crétacées que le Donetz unit enfin ses flots à ceux du Don (voir, pl. Ire, la coupe n° 1). Dans cette dernière partie de son cours, le Donetz présente de nombreux détours dus à la présence du contre-fort crétacé. La ligne droite qui joint Oust-Bouistrianskaïa à l'embouchure, et qui représente à peu près la direction moyenne de la huitième section, a 29 kilomètres de longueur, et est dirigée du N. 23° E. au S. 23° O.

Il résulte des faits qui viennent d'être exposés que le Donetz limite de la manière la plus naturelle la chaîne dont nous décrivons le relief, depuis son extrémité septentrionale jusqu'à Podgornoï. La contrée montueuse qu'il laisse sur sa rive gauche à la hauteur des trois dernières sections ne forme qu'une dépendance peu importante de cette chaîne; car les légères ondulations qu'on aperçoit sur cette rive entre Goundorovskaïa et Oust-Doubovskoï, et qu'on retrouve également sur les bords de la Gloubokaïa, au nord de Kamenskaïa, ne sont guère plus prononcées

que celles qu'on observe çà et là vers le nord-ouest, au delà des dunes sableuses adjacentes à la rive gauche du Donetz. La seule partie de cette région qu'on puisse rattacher topographiquement à la chaîne affecte à peu près la forme d'une demi-ellipse ayant pour petit diamètre une ligne droite tirée depuis Diadine jusqu'à l'embouchure du Donetz. Toute cette surface présente un relief décidément montueux ; il existe même entre Girnov et Obrouivskoï, sur la Bouistraïa, d'imposantes falaises calcaires, les seules que nous ayons rencontrées avec de si grandes proportions dans toute la chaîne du Donetz. Mais peu à peu les collines s'effacent, les mouvements du terrain deviennent moins prononcés, et se fondent enfin complétement dans ceux des steppes ondulées qui s'étendent vers l'est et le nord jusqu'à la rive droite du Don.

Les limites de la chaîne du Donetz sont beaucoup moins nettes vers le sud qu'elles ne le sont au nord et au nord-est. On pourrait peut-être les rattacher à une série d'ondulations qui courent, à peu près de l'est à l'ouest, à 25 kilomètres au nord du Don ; cette délimitation serait d'autant plus naturelle qu'elle correspond à peu près à la ligne que coupe le Donetz à Oust-Bouistrianskaïa, et suivant laquelle le terrain carbonifère plonge sous les terrains plus modernes. Toutefois, comme ces collines se raccordent souvent par une pente insensible au plateau élevé sur le bord duquel est bâti Novo-Tcherkask, chef-lieu des Cosaques du Don

il est peut-être plus naturel d'étendre géographiquement la chaîne jusqu'à la falaise parfois très-escarpée au pied de laquelle coule le Don jusqu'à son embouchure dans la mer d'Azov. A la vérité, cette falaise a été déjà signalée comme l'extrémité orientale du gradin qui s'étend jusqu'au Danube, et il est évident que cette grande limite de la Russie méridionale doit son relief à une cause distincte de celle qui a produit la chaîne carbonifère; mais la hauteur inusitée que prend la falaise pontique sur la rive droite du Don, dans le voisinage de cette chaîne, entre Razdorskaïa et Védernikovskaïa, prouve qu'en ce point il y a une certaine connexion entre ces deux genres d'accidents topographiques.

A partir de Novo-Tcherkask, les collines dont on vient de parler s'abaissent considérablement vers l'est. Ainsi, par exemple, tandis que la falaise de Razdorskaïa, située à 20 kilomètres au-dessous de l'embouchure du Donetz, s'élève à 110 mètres au moins au-dessus des eaux du Don, on ne peut évaluer à plus de 30 mètres l'élévation moyenne des falaises entre Marioupol et Taganrog; mais ce rivage surbaissé se raccorde par une pente tellement insensible et par une steppe si unie à la région montueuse qui ne se prononce que beaucoup plus au nord, qu'il est absolument impossible d'assigner à cette partie de la chaîne aucune limite naturelle. Pour fixer les idées, on peut adopter comme bornes de la chaîne du Donetz vers le sud-ouest deux droites, formant un angle très-obtus, tirées de Volnovakha (70 kilomètres nord de

Marioupol), l'une vers l'embouchure du Don, l'autre vers Slavianka sur la route de poste d'Ekaterinoslav à Bakhmouth. La limite occidentale, qui complète le périmètre de la chaîne, n'est guère plus distincte que la limite sud-ouest ; elle peut être tracée par une ligne droite dirigée, à peu près du sud au nord, de Slavianka à Nijni-Vichkine. Le long de ces dernières limites, on observe des nuances assez diverses dans le passage de la chaîne du Donetz aux contrées adjacentes. Ainsi entre le Don et le Kalmious, il existe une transition presque insensible à l'œil entre la chaîne proprement dite et la grande steppe pontique, qui, réduite en ce point à une largeur moyenne de 50 kilomètres, vient se terminer en pointe à l'extrémité orientale de la mer d'Azov. Près du Kalmious, les roches carbonifères appartenant à la chaîne du Donetz sont dominées par les mamelons de la grande arête granitique du Dniéper. De ce point jusqu'à Slavianka, le sol n'est qu'une vaste plaine légèrement inclinée vers le Dniéper; la limite de la chaîne n'y est nullement indiquée, si ce n'est dans plusieurs points où les roches carbonifères se laissent voir au-dessous des dépôts plus modernes qui forment la base du sol. De Slavianka à Nijni-Vichkine, la limite occidentale des plateaux montueux du Donetz est souvent accusée par des collines assez prononcées; celles-ci dominent les plaines basses adjacentes à la rive gauche du Dniéper, sillonnées, dans la direction de l'est à l'ouest, par les nombreux ruisseaux qui portent leurs eaux à ce fleuve.

Ainsi définie, la chaîne du Donetz comprend une surface de 4,585,000 hectares. Il sera prouvé plus loin que la formation carbonifère y constitue essentiellement la base du sol, et que, selon toute apparence, elle s'étend encore au delà des limites assignées à la chaîne, au-dessous de formations plus modernes.

La délimitation de la chaîne du Donetz eût été présentée au lecteur d'une manière plus succincte et plus précise s'il avait été possible de l'indiquer sur la planche Ire au moyen de la gravure. Malheureusement le relief du sol de cette contrée n'a été exprimé sur aucune carte publiée jusqu'à ce jour; et nos propres observations ne nous ont pas permis de suppléer à cette lacune avec la précision qu'exige l'art du dessin. Par les mêmes motifs, nous devons également recourir au discours pour décrire les principaux traits de la topographie de cette contrée.

Considérée dans son ensemble, la chaîne du Donetz est un plateau montueux, légèrement incliné vers le sud, comme les steppes environnantes. On remarque en effet qu'au nord de la chaîne, entre Starodoubok et Oust-Doubovskoï, il existe à peu près la même différence de niveau, entre le plateau et les plaines basses de la rive gauche du Donetz, qu'au sud, entre le sommet des falaises qui accompagnent le cours du Don de Védernikovskaïa à Novo-Tcherkask et la plaine qui forme toute la contrée adjacente à la rive gauche du Don. Cette différence de niveau, dans les points où elle est le mieux prononcée sur le Donetz et sur le

Don, est moyennement comprise entre 80 et 90 mètres; elle ne paraît s'élever nulle part au delà de 110 mètres.

Quant à la surface même du plateau, sauf divers accidents que nous signalerons plus loin, elle peut être considérée en masse comme formée de vastes plans inclinés, semblables à ceux d'un toit, qui, partant d'une arête centrale orientée de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, entre Tchernikina et Kartouchina, iraient reposer sur le polygone qui comprend toute la chaîne du Donetz. Cette comparaison, qui définit assez bien les pentes générales de la chaîne, représente aussi très-exactement l'état réel de plusieurs parties de sa surface : on y observe en effet, sur des étendues considérables, cette même horizontalité qui caractérise la steppe pontique. Il faut reconnaître toutefois que cette disposition n'est pas dominante dans la chaîne du Donetz, et qu'au contraire la surface du sol présente ordinairement des ondulations prononcées. Tantôt on y observe des plateaux de hauteur inégale, diversement inclinés par rapport à la pente générale du sol, brusquement terminés par des gradins de 35 à 40 mètres ; tantôt, et c'est le cas le plus général, des lignes de faîte courant en diverses directions, légèrement mamelonnées, çà et là accusées par des affleurements de roches, se raccordent l'une à l'autre par des pentes douces ; quelquefois, et particulièrement dans les bassins hydrographiques du Mious et de la Krinka, des lignes de faîte secondaires affectent la direction dominante des roches

stratifiées et dessinent une série d'ondulations parallèles, orientées, comme la chaîne elle-même, de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est. Rarement les mouvements de terrain sont assez prononcés pour que l'on puisse apercevoir de loin les cours d'eau qui sillonnent la chaîne : cependant ces derniers sont moins encaissés que dans la steppe pontique ; les dépressions où ils coulent ne sont plus de simples ravins ; leurs rives présentent parfois une succession de mamelons arrondis ou de vastes escarpements ; quelquefois enfin ces dépressions s'élargissent et méritent véritablement le nom de vallées.

Ces inégalités du plateau deviennent beaucoup plus prononcées aux approches de la ligne de faîte, comprise entre Tchernikina et Kartouchina ; on peut même considérer comme décidément montueuse la région traversée par la route de poste de Bakhmouth à Novo-Tcherkask, et que jalonnent les villages de Tchernikina, Goroditché, Chtéritchevskoé, Petropavlovka, Kartouchina, Novopavlovka et Grabovaïa. Nous avons même observé, sur le versant méridional de cette arête culminante, des ballons arrondis formant une sorte de gradin en avant du plateau montueux, auquel ils se soudent vers le nord.

A défaut d'observations précises, nous croyons pouvoir évaluer approximativement à 150 mètres l'élévation au-dessus de la mer de ce point culminant de la chaîne du Donetz. Cette élévation se composerait des éléments indiqués ci-après :

Pente approximative du Don entre son embouchure dans la mer d'Azov et le point où il reçoit le Donetz..	7 mètres.
Pente du Donetz entre son embouchure dans le Don et le hameau de Dronova, où il reçoit le ruisseau de Backmouth d'après les observations d'une commission d'ingénieurs russes qui ont fait le nivellement du cours du Donetz entre son embouchure et la ville d'Izioum).	78
Pente du ruisseau de Backmouth entre son embouchure à Dronova et sa source près de l'arête culminante centrale de la chaîne carbonifère; par aperçu.	15
Élévation des sommets de l'arête centrale au-dessus de la source du ruisseau de Backmouth; par aperçu.	50
Total	150 mètres.

Le nivellement qui a été exécuté sur la partie du Donetz comprise entre Izioum et l'embouchure confirme les vues présentées ci-dessus relativement à l'influence que la chaîne carbonifère exerce sur le cours de cette rivière et sur le régime de ses eaux. En effet, en calculant séparément, pour chacune des divisions principales, la chute totale des eaux et le développement total mesuré dans le lit de la rivière, on arrive aux résultats suivants :

DIVISIONS PRINCIPALES DU DONETZ.	Longueur développée.	Pente totale.	Pente par mètre.
	mètres.	mètres.	mètres.
1re division (partie inférieure de la 1re section). D'Izioum à Starodoubok : la rivière coule de l'O. 52° N. à l'E. 52° S.; elle est contenue sur sa rive droite par le massif crétacé................. ..	70,000	19,60	0,00028
2e division (2e section). De Starodoubok à Privolnoé : la rivière est rejetée vers l'E.N.E. par un promontoire de terrain carbonifère....................	87,100	12,40	0,00014
3e division (3e, 4e, 5e et 6e sections). De Privolnoé à Diadine : la rivière reprend son cours vers le S.E. : toutefois, contenue sur sa rive droite par la chaîne carbonifère, elle est plus fortement rejetée vers l'E. qu'elle ne l'était dans la 1re division............	319,300	47,55	0,00015
4e division (7e section). De Diadine à Oust-Bouistrianskaïa : la rivière coupe, à travers bancs, la chaîne carbonifère dans la direction du N.N.O. au S.S.E....................................	100,000	17,00	0,00017
5e division (8e section). D'Oust-Bouistrianskaïa au Don : la rivière traverse, dans la direction du N.N.E. au S.S.O., un dernier contre-fort de la chaîne...	47,600	8,60	0,00018
Totaux et Moyenne..................	624,000	105,15	0,000168

En obligeant le Donetz à faire un long circuit vers l'est-nord-est, le promontoire carbonifère de Privolnoé réduit, comme on le voit, à moitié l'inclinaison avec laquelle cette rivière coulait au-dessous d'Izioum. A partir de ce point, la pente des eaux s'accélère à mesure que leur direction se rapproche davantage de la ligne droite, par laquelle elles se rendraient à la mer d'Azov si la chaîne carbonifère et ses contreforts crétacés ne lui faisaient obstacle.

En jetant les yeux sur une carte de la Russie méridionale, on peut remarquer que le Dniéper et le Don, respectivement situés à 200 kilomètres environ à l'ouest et à l'est du Donetz, offrent eux-mêmes des inflexions exactement semblables à celles que je viens

de décrire. J'insisterai, dans le deuxième chapitre, sur cette analogie, l'un des caractères les plus saillants de la géographie et de la constitution géologique de cette région.

Le nivellement du Donetz peut encore fournir un résultat approximatif sur la pente générale de l'extrémité orientale de la steppe pontique. En effet, on peut admettre que le Donetz, à Izioum, est à 112 mètres au-dessus du niveau de la mer d'Azov et à 250 kilomètres du rivage de cette mer; que les plaines situées à l'est de la chaîne du Donetz sous le parallèle d'Izioum sont moyennement élevées de 20 mètres au-dessus des eaux de cette rivière; enfin, que la falaise formée par la steppe pontique entre Taganrog et Marioupol a une hauteur moyenne de 30 mètres. On conclut de ces diverses données que la steppe dominée par la chaîne carbonifère s'abaisse du nord au sud vers la mer d'Azov avec une pente moyenne de 0 m 00041 par mètre.

Les nivellements que M. Malinvaud, sous-directeur des travaux d'exploration, a faits en plusieurs points de la chaîne du Donetz, dans le cours de la mission qu'il a remplie sur les lieux pendant trois années environ, ont fourni des données précises sur la profondeur des principales dépressions hydrographiques qui sillonnent la surface du plateau carbonifère. Depuis le promontoire de Privolnoé jusqu'à Diadine, le Donetz se tient moyennement à 80 ou 90 mètres au-dessous de la surface du plateau. Telle est à peu près la hau-

teur de la falaise crétacée qui borde la rive droite de la rivière au-dessus de Podgornoï ; cette même différence de niveau se retrouve sur la rive gauche à Oust-Doubovskoï, où le Donetz commence à pénétrer dans la chaîne carbonifère. On peut voir par exemple sur la carte des recherches de houille exécutées en cette localité (pl. III), que la colline adjacente à la rivière présente seize courbes de niveau, espacées de 5 mètres en 5 mètres ; la dernière courbe se raccorde au plateau par une pente douce qu'on ne peut évaluer à moins de 5 mètres ; la profondeur totale de la vallée du Donetz est donc en ce point de 85 mètres. La carte des recherches de houille exécutées à Roubejnoï (pl. IV), un peu au-dessus d'Oust-Bouistrianskaïa . prouve que le plateau qui borde en ce point le cours du Donetz s'élève au-dessus de la rivière d'environ 90 mètres.

Les cours d'eau secondaires affluents du Donetz ou du Don sont encaissés dans le plateau, beaucoup moins profondément que ne l'est le Donetz dans la partie centrale de la chaîne. La profondeur de ces principaux affluents excède rarement 40 à 50 mètres. On a, par exemple, trouvé les différences de niveau suivantes dans les localités désignées ci-après :

Ravin de la Riguine, à 3 kilomètres de son embouchure dans le Donetz, près de Kamenskaïa (pl. VII).	55 mètres.
Vallée de la Govennaïa, à 2 1/2 kilomètres de son embouchure dans le Donetz, près de Kamenskaïa (pl. VIII). . . .	45
Vallée de la Bouistraïa, à 3 1/2 kilomètres de son embouchure dans le Donetz, près de Nijni-Cébriakov, au-dessous d'Ekaterinenskaïa (pl. IX).	45

Vallée de la Grouchevka, à 35 kilomètres de son embouchure dans le Don, aux houillères de Popovskoï, au nord de Novo-Tcherkask (pl. VI). . . . . 40 mètres.

Vallée de la Kamenka, à 10 kilomètres de son embouchure dans le Donetz, entre Kamenskaïa et Goundorovskaïa, au sondage d'Ilinka (pl. II); la vallée, fort ouverte en ce point, se raccorde au plateau par des pentes très-douces; en sorte que, dans le même rayon qui présente les différences de niveau signalées ci-dessus, on ne trouve ici qu'une différence de. 25

En résumé, on peut caractériser ainsi qu'il suit les principaux traits de la configuration topographique de cette contrée. La chaîne du Donetz est un plateau montueux, ayant à peu près la forme d'un segment de cercle dont la corde, dirigée de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, coïncide avec le cours du Donetz sur une longueur de 350 kilomètres depuis Nijni-Vichkine jusqu'à Diadine, et s'étend encore, dans la même direction, à 60 kilomètres au delà. La plus grande largeur de ce segment, mesurée par une perpendiculaire abaissée de l'embouchure du Don sur cette base, a environ 120 kilomètres. Une ligne de faîte, longue de 60 kilomètres environ, élevée au plus de 150 mètres au-dessus de la mer, orientée comme la corde, occupe à peu près le centre de figure du segment. La surface du plateau est moyennement élevée de 50 à 60 mètres au-dessus du niveau de la contrée environnante; cette surface se compose de vastes plaines dont l'inclinaison est inappréciable à l'œil, et qui raccordent la ligne de faîte soit avec les falaises qui limitent distinctement la chaîne au nord-est et au sud, soit avec les plaines qui s'étendent vers

l'ouest entre la chaîne et le Dniéper. De nombreux cours d'eau, que dessèchent ordinairement les chaleurs de l'été, rayonnent en toutes directions à partir de la ligne de faîte centrale vers le Donetz, le Don, la mer d'Azov et le Dniéper. Les dépressions où ils coulent méritent rarement le nom de vallées : ce sont en général des ravins à pentes abruptes, creusés dans le plateau à une profondeur moyenne de 30 à 40 mètres. Ce n'est que dans la vallée du Donetz, dans la région où cette rivière traverse la chaîne carbonifère, et notamment vers l'embouchure de la Kalitva, que l'on retrouve quelques-unes de ces beautés pittoresques si communes dans les montagnes de l'Europe occidentale. Considérée dans son ensemble, la chaîne du Donetz, à l'exception de quelques districts décidément montueux, n'est donc qu'une vaste steppe où l'on retrouve assez souvent l'uniformité de la contrée qui s'étend vers l'ouest jusqu'au Pruth.

La végétation de la steppe pontique et de la chaîne du Donetz contribue encore à faire ressortir l'uniformité qu'imprime à ces contrées leur constitution topographique ; son caractère distinctif est, comme je l'ai déjà annoncé, l'absence des arbres et même des arbrisseaux. Si de loin en loin, entre le Dniester et la chaîne du Donetz, on aperçoit quelques arbres, c'est toujours à proximité des lieux habités. Ces plantations, selon toute apparence, sont le résultat d'une heureuse, mais trop faible réaction contre le climat de cette région ; elles sont cachées, avec les cours

d'eau, dans les dépressions de la steppe, et disparaissent dans toute vue d'ensemble jetée sur le pays. Il est d'ailleurs difficile de décider si cette absence d'arbres est le résultat d'un déboisement dû à l'intervention de l'homme, ou si, comme j'inclinerais à le penser, ces végétaux n'ont pu se propager spontanément à aucune époque sous les influences météorologiques particulières à la steppe pontique.

Les vastes-plateaux qui composent la presque totalité de la chaîne carbonifère sont ordinairement aussi dégarnis d'arbres que la steppe; mais il en est tout autrement dans les districts montueux, où de beaux bouquets de bois suffiraient seuls pour signaler un changement dans la nature physique du sol au voyageur qui vient de parcourir le littoral de la mer Noire et de la mer d'Azov. Ces bois sont les premiers indices de ces grandes forêts qui, au dire des habitants, abondent au nord et au nord-est de la chaîne, dans les gouvernements limitrophes, et fournissent à la steppe pontique des combustibles et des bois de construction. Moi-même j'ai souvent rencontré sur le Don des barques d'un fort tonnage qui descendaient vers la mer d'Azov des produits forestiers exploités dans le bassin supérieur de ce fleuve, tels que : bois bruts, planches, merrains, douves, tonneaux, roues de chariots, etc. J'ai remarqué encore, dans une autre direction, de nombreux convois de chariots chargés des mêmes produits, et suivant la route d'Izioum à Bakhmouth.

Les bois de la chaîne du Donetz sont toujours cachés, pour ainsi dire, dans les plis du sol, et se mon-

trent de moins en moins rares à mesure qu'on s'éloigne des plaines du Don ou des rivages de la mer. La partie inférieure des rives du Donetz, les plateaux du Mious et de la Krinka en sont tout à fait dégarnis; et c'est à grand'peine que l'on rencontre çà et là quelques maigres taillis dans le fond des ravins qui affluent à ces deux rivières. On remarque déjà de petits bouquets de bois et même quelques beaux arbres dispersés dans la vallée du Donetz, à partir du hameau de Roubejnoï. A Goundorovskaïa, on retrouve encore près du bourg les restes d'une assez belle futaie; plus haut, on rencontre fréquemment sur les plaines basses adjacentes à la rive gauche de la rivière de beaux massifs de bois taillis. Dans les vastes plaines situées en regard des collines de Verkhnié et de Licitchia-Balka, les massifs de bois deviennent assez importants pour mériter le nom de forêts. Quant aux plateaux du versant septentrional de la chaîne, ils sont tout aussi dégarnis de bois que ceux du versant opposé; mais il n'en est pas de même des dépressions qui y sont creusées de loin en loin : il existe en effet d'importantes ressources en taillis et en futaies dans les ravins qui dépendent des bassins de la Backmouth, de la Lougane et du Toretz, ou qui débouchent immédiatement dans le Donetz.

Les essences d'arbres qui m'ont paru dominer dans la chaîne du Donetz sont le chêne, le hêtre, le charme, le bouleau, l'orme, l'aune, les saules, etc.; je n'y ai pas remarqué un seul individu d'essence résineuse. Sur la rive gauche du Donetz, au contraire, au milieu

des dunes sableuses qui abondent entre Iziоum et le promontoire de Privolnoé, j'ai observé des massifs assez abondants d'un pin de petite taille, à feuilles géminées, longues de 6 à 7 centimètres, qui n'est probablement qu'une variété du pin sylvestre. Ils croissent en général sur un sable quartzeux très-pur, et tellement mobile, qu'il ne laisse souvent prise à aucune autre végétation. C'est à peine si ces massifs d'arbres verts protégent la croissance de quelques végétaux, parmi lesquels j'ai recueilli : *Linaria odora, Plantago arenaria, Dianthus campestris, Gypsophila muralis,* etc. Par la nature de leur sol et par l'aspect général de leur végétation, ces districts sablonneux offrent une grande analogie avec ceux qui forment le littoral du golfe de Gascogne entre l'Adour et la Gironde.

Toutefois, je le répète, la végétation arborescente de la chaîne du Donetz n'est aujourd'hui qu'une exception, une rareté pittoresque cachée au fond de quelques ravins, et encore s'arrête-t-elle avec une précision presque géométrique au bord même des ravins privilégiés ; si bien qu'on serait tenté de croire, en voyant cette régularité, que c'est la main de l'homme qui arrête l'essor de cette verdure et lui interdit les plateaux. Cependant on reconnaît bientôt, à la rareté des habitations, que c'est seulement à l'influence sans frein des agents météorologiques que peut être attribuée cette immense dénudation ; et c'est surtout ce fait qui me porte à penser que l'absence des arbres et

des arbrisseaux a toujours été un des caractères distinctifs de la Russie méridionale.

Ainsi, sur les plateaux du Donetz comme dans la steppe pontique, l'observateur placé au sommet des kourgans, ou sur les lignes de faîte, domine de toutes parts un véritable océan de végétation herbacée, récolte brillante et touffue qu'on demanderait en vain en d'autres lieux à une culture savante, et qui dans ces plaines jaillit spontanément d'un sol vierge et toujours rajeuni. Toute cette nature, éclatante et diaprée aux premiers jours du printemps, est bientôt desséchée par le soleil de l'été; et lorsque vient l'automne, lorsque la steppe a revêtu son aspect sévère et repris ses horizons décolorés, sa riche moisson de fleurs est devenue un aliment fécondant pour la terre, qui reprend ainsi en peu d'années la vigueur épuisée par la culture. C'est ainsi que ces champs fertiles sont toujours préparés à produire sans engrais les principaux produits agricoles; et c'est cette abondance, exploitée par une population encore rare, mais rapidement croissante, qui attire de nouveau dans la mer Noire les flottes commerçantes de la Méditerranée. Sur quelques espaces habités et presque inaperçus dans cette immensité s'est produite cette puissante cavalerie dont l'Europe a admiré à Vosnessensk les innombrables escadrons; tandis que la steppe tout entière, grenier toujours rempli pour les convois qui charrient à la côte les produits agricoles, leur fournit sans frais des moyens de traction, et compense ainsi

heureusement l'imperfection des voies de transport.

L'étude de la flore de la steppe pontique et des plateaux de la chaîne du Donetz, si attrayante au seul point de vue de la science, tire donc un puissant intérêt des considérations agricoles et commerciales relatives à cette végétation spontanée qui pendant longtemps encore sera la principale force productive de ces contrées. Il n'est pas douteux pour moi qu'un examen attentif des nuances de cette végétation expliquerait fort bien les différences que l'on observe aujourd'hui dans l'industrie agricole des diverses régions de la Russie méridionale, et indiquerait jusqu'à un certain point la direction que cette industrie doit prendre dans l'avenir. Je regrette donc vivement que les circonstances qui ont retardé l'arrivée en Russie de mes collègues de l'expédition scientifique n'aient pas permis au savant docteur chargé des études botaniques, de traverser en mai et en juin, à l'époque de leur luxuriante floraison, les steppes de la mer Noire, de la mer d'Azov et du Donetz.

Il ne m'appartenait pas de combler cette lacune importante : je suis heureux cependant de pouvoir renvoyer le lecteur à la liste des plantes que j'ai recueillies, sans aucune prétention scientifique, pendant les loisirs forcés de mon séjour, et que j'ai pu soustraire aux nombreux accidents du voyage. Cette liste, que M. le docteur Léveillé a bien voulu se charger de dresser, se trouve insérée parmi les documents qui terminent cet ouvrage. Je me bornerai donc ici à extraire de mes notes quelques remarques générales

qui m'ont été suggérées par la vue des lieux et qu'on ne pourrait déduire d'une simple énumération, fort incomplète d'ailleurs, des plantes de la steppe.

L'un des principaux faits qui m'ont tout d'abord frappé lorsque j'ai commencé à explorer les plateaux du Donetz et les steppes adjacentes, est la différence tranchée qui existe entre la flore de cette contrée et celle du nord de la France, qui se présentait naturellement à moi comme objet de comparaison. Les villes de Taganrog et d'Izioum, points extrêmes de la région que j'ai particulièrement étudiée, sont respectivement situées sous les mêmes latitudes que celles de Bourges et de Compiègne ; cependant sur cent quarante-deux espèces prises au hasard dans la Russie méridionale, et pour la plus grande partie dans l'espace compris entre les deux premières villes, cinquante-trois seulement sont citées dans la *Flore parisienne* de Mérat ; dix-neuf autres espèces non citées dans cette dernière sont comprises dans la *Flore française* de Lamarck et Decandolle ; les soixante-dix autres espèces, c'est-à-dire la moitié environ des espèces recueillies, sont étrangères à la flore française et aux parties contiguës de l'Allemagne, de la Suisse, de la Savoie et de l'Italie.

J'ajoute que les flores de ces deux régions, qui ne sont séparées en longitude que par un angle de 37°, diffèrent beaucoup plus qu'on ne serait porté à le penser après avoir ainsi comparé des listes d'espèces. En effet, les identités se manifestent surtout dans les lieux ombragés, humides et sablonneux qui ne sont

dans la chaîne du Donetz, et encore plus dans la steppe pontique, que des localités exceptionnelles; tandis que les différences se prononcent surtout dans les steppes proprement dites qui forment, pour ainsi dire, toute la Russie méridionale.

C'est ainsi que j'ai fréquemment rencontré au fond des ravins humides, sans jamais les retrouver dans les steppes, beaucoup d'espèces de la flore parisienne; je citerai parmi les plus abondantes: *Gratiola officinalis*, *Stachys palustris*, *Scutellaria galericulata*, *Potentilla anserina*, *Butomus umbellatus*, *Lysimachia nummularia*, *Lythrum salicaria*. *Inula pulicaria*, *Bidens cernua*, *Polygonum hydropiper*, etc.

Sur les coteaux ombragés qu'on trouve çà et là dans les dépressions du plateau carbonifère, ou sur la rive droite du Donetz entre Izioum et le promontoire de Privolnoé, la végétation présente souvent l'identité la plus frappante avec celle des bois secs des environs de Paris. J'y ai, par exemple, abondamment recueilli: *Stachys sideritis*, *Trifolium campestre*, *Lathyrus tuberosus*, *Asclepias vincetoxicum*, *Herniaria hirsuta*, *Thymus serpyllum*, *Dianthus arenaria*, *Asperula cynanchica*, *Alyssum alpestre*, *Heliotropium europæum*, *Lotus corniculatus*, etc. Un botaniste parisien, en explorant ces régions, pourrait parfois se croire ramené sur les bords de la Seine, s'il ne rencontrait aussi en abondance plusieurs belles espèces exotiques, telles que *Galium articulatum*, *Clematis integrifolia*, *Nepeta ukranica*, *Thymus marschalianus*, *Scabiosa ukranica*, *Cynanchum acutum*, etc., et surtout s'il ne constatait

l'absence complète du genre *Erica*, si commun dans les bois du nord de la France.

Dans les plaines basses, ordinairement humides et sablonneuses qui bordent les rives du Donetz et du Don, j'ai trouvé un mélange à proportions égales d'espèces exotiques et d'espèces appartenant à la flore parisienne : ainsi j'ai particulièrement remarqué sur la rive gauche du Donetz, entre Privolnoé et Goundorovskaïa, *Allium senescens, Bidens cernua, Bidens tripartita, Bromus inermis, Sysimbrium pannonicum, Scutellaria hastifolia, Fumaria officinalis, Cerinthe glabra, Lythrum virgatum*, etc. Dans la large plaine sablonneuse et humide qui borde la rive droite du Donetz, au-dessous d'Oust-Bouistrianskaïa, les espèces dominantes sont : *Gratiola officinalis, Genista depressa, Thymus serpyllum, Gypsophila muralis, Aster tripolium, Plantago arenaria, Teucrium polium*, et surtout le *Tournefortia arguzia*, charmante petite plante qui, vers la fin de juillet, étale un véritable tapis de ses jolies fleurs blanches sur les sables au milieu desquels le Don et le Donetz réunissent leurs eaux.

Les plantes qui caractérisent la flore de la steppe pontique et des plateaux du Donetz comprennent, je l'ai déjà dit, une moindre proportion des espèces de la flore parisienne. Pendant le mois de juin, époque de la plus éclatante végétation, ces plaines se couvrent d'une grande variété de graminées parmi lesquelles se rencontre trop souvent le *Stipa tortilis*, dont la glume armée d'une longue arête barbelée est funeste aux troupeaux de bêtes à laine. Les sauges sont ré-

pandues dans presque toutes les parties de la steppe avec une abondante profusion : les deux espèces que j'ai le plus fréquemment remarquées sont : *Salvia nutans* et *Salvia austriaca*. Souvent leurs belles fleurs bleues donnent à la steppe sa couleur dominante, et sous ce rapport m'ont paru jouer, dans la Russie méridionale, le même rôle que joue, dans l'Espagne centrale, la grande lavande qui couvre les hautes plaines de la Nouvelle-Castille et de la Manche. A ces espèces sont fréquemment associées d'autres espèces de sauges, telles que : *S. æthiopica*, *S. pratensis*, *S. sylvestris*, *S. verticillata*. Dans plusieurs régions de la steppe se présente une variété infinie de légumineuses, ce sont : *Melilotus altissima*, *Melilotus cœrulea*, *Hedysarum onobrychis*, *Medicago falcata*, *Vicia cracca* ou une espèce très-voisine, *Coronilla varia*, *Cytisus austriacus*, *Astragalus asper*, *Astragalus albicaulis*, *Astragalus onobrychis*, *Trifolium ambiguum*, *Trifolium arvense*, *Trifolium campestre*, *Trifolium rubens* ou une espèce très-voisine, etc. Je citerai encore parmi les espèces que la steppe produit en abondance, dans certaines localités, beaucoup de véroniques, et, entre autres, *Veronica austriaca*, *V. neglecta*, *V. spuria* et plusieurs autres espèces qui ne paraissent pas avoir été décrites ; une grande profusion sinon une grande variété de borraginées : *Auchusa italica*, *A. ochroleuca*, *Borago officinalis*, *Myosotis lappula* ; un assez grand nombre de crucifères appartenant aux genres *Lepidium*, *Erisymum*, *Alyssum*, etc. ; des rubiacées représentées surtout par les genres *Galium* et *Asperula* ; des caryophyllées, par

les genres *Arenaria, Silene, Dianthus, Gypsophila*; des dipsacées, par le genre *Scabiosa*, etc.

Les grandes familles des composées, des labiées, des ombellifères, des chénopodées, des plumbaginées, des polygonées, tiennent leur place dans la floraison du printemps et s'y font remarquer en espèces nombreuses ; mais la proportion en devient plus grande à mesure que la saison devient plus avancée. J'ai remarqué particulièrement une composée qui me paraît être par excellence la plante caractéristique des plateaux du Donetz et des steppes adjacentes : je veux parler de l'*Artemisia austriaca*. Sa tige, d'un vert blanchâtre, surgit dans la steppe à mesure que se dessèche la floraison du printemps. Vers le commencement de septembre cette plante devient tellement dominante en certaines régions, qu'on serait parfois tenté de croire qu'elle y est cultivée avec plus de soin que les céréales qui, pendant les deux mois précédents, interrompaient çà et là l'uniformité de la végétation spontanée. Cette composée est généralement employée comme combustible : elle offre une grande ressource aux habitants du pays, qui emploient encore pour le même usage *Artemisia maritima*, *Leonurus cardiaca*, plusieurs grandes espèces du genre *Verbascum*, plusieurs centaurées, etc., et qui en font des amas considérables pour l'hiver. Parmi les plantes que j'ai trouvées le plus fréquemment associées vers la fin de l'été aux espèces précédentes, je citerai particulièrement : *Chrysocoma incana*, *Seseli tuberosum* var. *tauricum*, *Statice latifolia*, *Statice tartarica*, *Inula squarrosa*,

Aster tripolium. Phlomis pungens, Phlomis tuberosa, etc.

J'ai cru remarquer que plusieurs familles qui abondent dans le nord de la France et de l'Allemagne ne sont représentées dans la Russie méridionale que par des espèces peu nombreuses et toujours rares ; telles sont : les liliacées, les iridées, les primulacées, les violacées, les géraniées, les renonculacées. D'autres familles, parmi lesquelles je citerai les orchidées, les éricacées, les cistes, m'ont paru manquer à peu près complétement. Ce qui distingue encore la flore du Donetz de celle des plateaux situés en France sous la même latitude, c'est que la première région produit en grande abondance plusieurs espèces et même plusieurs genres de plantes qui, manquant complétement dans le nord de la France, se plaisent au contraire plus au sud, dans le bassin de la Méditerranée ; telles sont, outre beaucoup d'espèces déjà citées : *Anthemis tinctoria, Dianthus astro-rubens, Echinops ritro, Galium rubioides, Linaria versicolor, Potentilla hirta, Satureia thymbra, Scabiosa centauroides, Ægilops cylindrica, Elymus sabulosus*, etc. Telles sont aussi plusieurs espèces appartenant aux genres *Ceratospermum, Phlomis*, et surtout à cette subdivision du genre *Statice*, dont les espèces abondent en Provence, en Languedoc et dans les provinces maritimes de l'Espagne.

Malgré ces analogies, il existe des différences fort tranchées entre la végétation spontanée des steppes et celle des provinces françaises et espagnoles riveraines de la Méditerranée. La steppe pontique, non plus que les plateaux du Donetz, ne présente pas en

effet la moindre trace de ces massifs d'arbrisseaux qui abondent dans les districts montueux du Var, de l'Aude et de l'Hérault, que l'on désigne en Corse par le nom de *macchie*, et qui couvrent, pour ainsi dire, des provinces entières en Espagne et sur les rivages africains de la Méditerranée. Je n'ai pu trouver dans la Russie méridionale un seul individu des belles espèces ligneuses d'arbousiers, de pistachiers, de cistes, de genêts, de myrtes, d'alaternes, etc., forêts en miniature des contrées que je viens de citer.

Le climat de la steppe pontique, que caractérise, pour ainsi dire, la réunion des climats extrêmes de l'Europe, explique fort naturellement la physionomie toute spéciale de cette végétation. On comprend que ces vastes plaines, exposées sans défense à toutes les influences météorologiques, où règnent successivement les hivers de la Baltique et les étés de la Méditerranée, peuvent produire simultanément celles des plantes du nord et du midi de l'Europe qui résistent aux grandes sécheresses et aux froids rigoureux. On conçoit, par exemple, que beaucoup de plantes annuelles appartenant aux familles des composées, des ombellifères, des légumineuses, des graminées, des labiées, etc., qui se reproduisent principalement par leurs graines, ont pu s'acclimater dans la steppe, bien que, sous le méridien de Paris, elles appartiennent aux flores essentiellement différentes de la Manche et de la Méditerranée. On doit y rencontrer au contraire, en moindre proportion que dans chacune de ces deux

contrées, les espèces bulbeuses ou traçantes, qui, telles que beaucoup d'orchidées et de liliacées, se reproduisent surtout par leurs racines. Enfin on s'explique très-bien l'absence absolue de ces nombreux arbrisseaux, parure gracieuse de l'Europe occidentale, et qui ne pourraient être protégés dans la steppe, comme ils le sont ailleurs, soit par des étés humides, soit par des hivers tempérés.

Le climat de la Russie méridionale offre des particularités qui ne sont, à beaucoup d'égards, que des conséquences de la nature toute spéciale de la topographie et de la végétation. Ces divers éléments ont entre eux des relations intimes; ils réagissent à la fois les uns sur les autres comme causes et comme effets. Je viens d'indiquer l'influence que le climat de la steppe exerce sur la végétation spontanée; mais il n'est pas douteux non plus que la nature de cette végétation n'exerce elle-même une réaction prononcée sur le climat. Il y a, par exemple, beaucoup de motifs pour penser que l'absence de végétation arborescente doit avoir une grande influence sur les températures extrêmes de l'été et de l'hiver; la configuration du pays et sa situation en longitude ne suffiraient certainement pas pour expliquer des variations thermométriques qui à six mois d'intervalle ont embrassé, à ma connaissance, 71° de l'échelle centigrade (1).

(1) Dans une circonstance que je signalerai quelques pages plus loin, j'eus occasion de constater le 5 août 1837, près de l'embouchure du Donetz, qu'un

Ces variations doivent être beaucoup plus tranchées dans la chaîne du Donetz, et surtout dans la grande plaine du Don, qu'elles ne le sont sur le littoral, où le voisinage de la mer tend à influencer les températures extrêmes et surtout celles de l'été. Néanmoins le beau travail rédigé par M. Knorre, à la prière de M. A. de Démidoff, sur les observations thermométriques du port de Nicolaïev, signale encore des différences hors de toute proportion avec les faits constatés dans le reste de l'Europe aux mêmes latitudes. Je trouve, par exemple, sur le tableau des moyennes calculées pour chaque mois avec les observations maxima et minima de chaque jour, les résultats suivants :

thermomètre centigrade, placé à l'ombre, marquait + 43°. Six mois après, M. Malinvaud m'annonçait que le même thermomètre était descendu pendant le mois de janvier à — 28° c. dans un petit bourg de la chaîne du Donetz. Ces deux observations signalent donc une différence totale de 71° c.

NOMS DES TEMPÉRATURES EXTRÊMES.	Moyenne des maxima du mois le plus chaud.	Moyenne des minima du mois le plus froid.	Différence.
1825. Juillet.	+ 28° 8	»	46° 8
Décembre.	»	— 18° 0	
1826. Juillet.	+ 30 0	»	40. 8
Février suivant.	»	— 10 8	
1827. Juin	+ 29 9	»	54. 5
Janvier suivant.	»	— 24. 6	
1828. Août.	+ 28. 7	»	50. 9
Fevrier suivant.	»	— 22. 2	
1829. Juillet.	+ 29 9	»	50. 7
Janvier suivant.	»	— 20. 8	
1830. Août.	+ 29 2	»	45. 7
Janvier suivant.	»	— 16. 5	
1831. Juillet.	+ 28. 3	»	44. 2
Décembre.	»	— 15. 9	
1832. Juillet.	+ 26. 1	»	46. 1
Janvier suivant.	»	— 20. 0	
1833. Juillet.	+ 30. 0	»	48. 0
Février suivant.	»	— 18. 0	
1834. Juillet.	+ 28. 7	»	44. 7
Décembre.	»	— 16. 0	
1835. Juin.	+ 27. 2	»	47. 5
Janvier suivant.	»	— 20. 3	
1836. Juillet.	+ 27. 5	»	44. 1
Janvier suivant.	»	— 16. 6	
1837. Juillet.	+ 28. 8	»	50. 2
Décembre.	»	— 21. 4	

Il importe de remarquer que les différences calculées dans le tableau précédent doivent être beaucoup au-dessous des différences relatives aux jours le plus chaud et le plus froid de l'année dans la chaîne du Donetz ou dans les plaines du Don. Parmi les nombreuses raisons qui motivent cette assertion, je signalerai surtout les suivantes : Les observations de

température ont été faites, de 1825 à 1837, à l'observatoire de Nicolaïev sans le secours de thermomètres à maximum ou à minimum, d'où l'on peut conclure que les termes extrêmes de chaque jour avec lesquels ont été calculés les maxima et minima mensuels sont un peu au-dessous des extrêmes réels. Les températures extrêmes ne règnent en général que pendant un petit nombre de jours, et offrent de grandes différences avec les températures extrêmes des autres jours du mois extrême : d'où il résulte que les moyennes mensuelles des maxima et des minima sont beaucoup au-dessous des extrêmes absolus du mois le plus chaud et du mois le plus froid. Considéré en lui-même d'ailleurs, le climat du Donetz est moins tempéré que celui de Nicolaïev. En effet la mer d'Azov, entièrement gelée pendant l'hiver et recouverte sur toute son étendue d'une épaisse nappe de neige, ne peut contribuer à adoucir la rigueur du froid dans la contrée du Donetz ; pendant l'été, les plus grandes chaleurs se manifestent par des vents alizés soufflant de l'est : l'air dont on observe la température à cette époque de l'année vers l'embouchure du Donetz a donc été préalablement échauffé par son passage dans les plaines brûlantes du Don, tandis qu'à Nicolaïev il a pu être tempéré par son passage sur la mer d'Azov. Par ces diverses raisons, et en tenant compte également des informations que j'ai prises à Novo-Tcherkask sur les températures qui règnent ordinairement dans l'été et dans l'hiver, je suis porté à penser qu'il n'y a pas d'exagération à admettre que les termes extrêmes de

température dans les plaines situées à l'embouchure du Donetz sont séparés au moins par 70° de l'échelle centigrade.

Il me paraît qu'on peut *à priori* chercher la cause de ce phénomène météorologique dans l'état de la surface exposée sans défense à toutes les influences, et surtout à toutes les inégalités d'action du soleil, des vents et du rayonnement. Préoccupé de soins d'une autre nature, je n'ai pu me livrer spécialement à l'étude de ces questions; toutefois, pendant de longues excursions où je n'avais d'autre abri que l'équipage qui transportait mes moyens d'exploration, j'ai eu occasion d'observer ou plutôt de subir plusieurs phénomènes qui prouvent la libre action que laisse cette contrée aux influences météorologiques.

J'ai constaté, par exemple, sur les plateaux du Donetz, dans les plaines basses du Don et dans la steppe pontique, que, pendant les nuits calmes de juillet, d'août et de septembre, la température subissait toujours un abaissement considérable entre le coucher et le lever du soleil. Ce fait m'a fourni incidemment une preuve de l'extrême sécheresse de l'air sur les plateaux du Donetz; car cet abaissement, qui allait parfois à 12° centigrades, était rarement accompagné d'un dépôt notable de rosée. J'ai au contraire observé vers la mi-septembre, pour un moindre abaissement de température, de très-abondants dépôts de rosée, sur le littoral de la mer d'Azov, dans la steppe comprise entre l'embouchure du Don et la Crimée.

Le phénomène météorologique le plus saillant que

j'aie eu occasion d'observer pendant mon séjour dans la chaîne du Donetz est celui dont l'influence s'est fait sentir avec une régularité remarquable depuis le 31 juillet jusqu'au 10 août 1837. Au milieu de la nuit, vers deux heures environ, l'air était absolument calme, et la température, qui jusque-là avait été excessive, baissait rapidement jusqu'au lever du soleil. On commençait bientôt à sentir de très-légères brises soufflant irrégulièrement des divers points de l'horizon compris entre l'est-nord-est et l'est-sud-est. Bientôt les rafales se prononçaient davantage; elles se convertissaient vers huit heures du matin en un vent bien réglé, soufflant de l'est, et dont l'intensité augmentait très-rapidement à mesure que le soleil s'élevait sur l'horizon. Vers midi, ce vent était une véritable tempête dont la violence croissait encore jusqu'à deux ou trois heures de l'après-midi. A partir de cette dernière heure, la force du vent diminuait rapidement, surtout après le coucher du soleil, et peu de temps après minuit, le calme était complétement rétabli dans l'atmosphère. L'accroissement de l'intensité du vent était accompagné d'un accroissement de température qui, entre midi et trois heures, devenait presque intolérable, même pour les habitants du pays; ceux-ci m'ont d'ailleurs affirmé que cette sorte de vent alisé périodique se reproduit chaque année pendant la saison la plus chaude.

M. le comte de Sainte-Aldegonde et moi nous avons observé ce phénomène avec les mêmes nuances au sud et au nord du Don, dans une région comprenant

à peu près un degré de latitude ; il régnait sans aucun doute dans une zone plus étendue, notamment au midi du Don et de la Sale, dans la steppe des Kalmoucks. C'est surtout dans les plaines sablonneuses au milieu desquelles coule le Don entre Védernikovskaïa et Razdorskaïa, au pied des falaises de sable blanc qui bordent la rive droite de ce fleuve et du Soukhoï-Donetz, que le vent et son ardente température m'ont paru acquérir la plus grande intensité. Ce vent chassait de véritables nuées du sable quartzeux pulvérulent dans lequel est creusé le lit du Don ; arraché à une plage brûlante, ce sable contribuait probablement pour beaucoup à échauffer la masse d'air où il était suspendu, et produisait en frappant la peau la sensation stimulante d'un léger sinapisme. Un thermomètre centigrade suspendu à l'ombre d'un saule épais, entre la falaise d'Olkhovskoï et le Soukhoï-Donetz, et préservé autant que possible contre le contact du sable et la réflexion des rayons solaires, marquait, le 5 août 1837, à deux heures après-midi, 43° c. L'effet de cette température excessive et du choc de ces nuages de sable était si extraordinairement accablant, que nos chevaux et ceux des Cosaques de notre escorte refusèrent leur service. Pendant cette station forcée de notre petite caravane, le cuir d'une voiture de construction française, cédant à une contraction qu'il n'avait jamais éprouvée, se détacha avec une sorte d'explosion de toute la partie exposée à l'action du vent ; la même influence, en faisant jouer les rayons des roues dans les jantes, avait mis cette

voiture hors de service. Le 6 août, à peu près à la même heure, MM. Lalanne et Malinvaud observaient les mêmes phénomènes avec des caractères un peu moins tranchés, à un demi-degré au nord de la station précédente, au milieu de la chaîne du Donetz. M. le comte de Sainte-Aldegonde, qui avait fait, le 4 août, une longue excursion dans la plaine basse comprise entre le Don et la Sale, n'avait pu, faute de thermomètre, y faire une observation précise de température; mais il déclarait n'avoir jamais éprouvé une impression de chaleur aussi insupportable pendant un long séjour aux Antilles. Trois jours plus tard, le 7 août, M. de Sainte-Aldegonde et moi nous pouvions observer à Novo-Tcherkask qu'un thermomètre de Réaumur marquait à l'ombre 35°, soit 43°.7 c.

Il est probable que ces différents faits, constatés du reste par des observations accidentelles et incomplètes, se reproduisent souvent dans cette contrée, avec beaucoup d'autres circonstances qui nous seront restées inconnues et qu'il y aurait intérêt à recueillir pour la science. Je suis convaincu qu'un observatoire régulier dont le siége devrait être établi à Novo-Tcharkask ferait connaître des phénomènes météorologiques fort curieux, qui se développent principalement dans les vastes steppes comprises entre le Don, la mer d'Azov, la mer Caspienne et le Caucase, et dont l'influence s'étend sur toute la Russie méridionale. Je ne sache pas qu'on ait signalé ailleurs des phénomènes aussi tranchés à une pareille latitude,

du moins dans le reste de l'Europe. Les exemples classiques cités en météorologie sur l'action directe des rayons solaires, sur le rayonnement, sur la périodicité des vents, etc., paraissent être spéciaux à des régions beaucoup plus méridionales. Si donc on observe à proximité de la chaîne du Donetz, et par une latitude de 48° N., un reflet aussi prononcé de ces imposants phénomènes de la zone équatoriale, on doit penser que l'énergie des causes qui agissent entre les tropiques est remplacée, dans la région du Donetz, par la nature toute particulière des steppes : la suppression de tout obstacle naturel, de toute cause de résistance à la surface du sol, supplée ici en partie à l'affaiblissement des agents météorologiques.

CHAPITRE II.

Constitution géologique de la chaîne du Donetz.

En exposant dans ce chapitre les faits et les idées qui doivent compléter la description physique de la chaîne du Donetz, je me conformerai à plusieurs règles qu'il semble convenable d'observer dans tout ouvrage de géologie descriptive.

La règle la plus essentielle, à mon avis, est de séparer autant que possible de la description des faits toutes les considérations théoriques qui s'y rattachent ou qui s'en déduisent d'une manière plus ou moins immédiate. Il est sans doute fort difficile d'étudier la nature, sans être préoccupé de quelques hypothèses qui s'intercalent, comme pour les lier ensemble, aux faits qu'on a sous les yeux ; souvent même cette disposition d'esprit est favorable à l'observation, surtout pendant de lointains voyages ; elle est alors un stimulant presque indispensable pour soutenir l'attention du géologue au milieu de difficultés sans cesse renaissantes ; elle met ainsi en saillie beaucoup de faits qui seraient restés inaperçus et auxquels une découverte postérieure peut donner beaucoup d'intérêt ; cette disposition est d'ailleurs sans inconvé-

nient, si l'observateur n'accorde à ses préoccupations hypothétiques que l'importance qu'elles méritent, et s'il est toujours disposé à les modifier à mesure que la convenance lui en est démontrée par l'observation.

Ce que je viens de dire de l'étude des faits naturels, n'est pas applicable à leur description : placé au milieu d'eux, l'observateur est toujours ramené par l'évidence des choses au sentiment de la vérité ; mais il n'en est pas de même du lecteur, si une fois l'exacte exposition des faits a été faussée par l'émission intempestive d'une théorie erronée ou incomplète. Tout auteur qui traite un sujet, même très-spécial, d'histoire naturelle, doit être assez modeste pour penser que ses travaux ne sont pas le dernier mot de la science : il peut tout au plus prétendre à signaler des vérités nouvelles, et ne doit jamais oublier que celles-ci ne seront entièrement dévoilées que par une longue succession de travaux. Préoccupé de la pensée d'utilité et de progrès, beaucoup plus que du désir de se montrer ingénieux, l'écrivain des sciences naturelles doit surtout s'attacher à créer des matériaux que ses successeurs puissent employer pour faire faire un nouveau pas à la science. Mais pour que cette condition d'utilité soit remplie, il importe que les faits décrits se produisent autant que possible, avec toute la netteté qu'ils ont dans la nature même ; qu'ils puissent se grouper aisément dans tout ordre d'idées que la science pourra suggérer plus tard. Il faut donc se garder par-dessus tout d'altérer le véritable caractère

des choses décrites, et de les immobiliser en quelque sorte, en les emprisonnant tout d'abord dans le cadre d'une idée systématique, que la science sera bientôt peut-être dans le cas de rejeter.

Ces considérations me paraissent convenir à la géologie beaucoup plus encore qu'à la plupart des autres sciences d'observation. Si, grâce à d'illustres travaux, la géologie peut déjà indiquer les principales lois qui ont présidé à la distribution des grandes masses minérales composant la surface du globe, il s'en faut de beaucoup cependant qu'elle soit en mesure de fournir l'explication complète d'un seul fait considéré sous toutes ses faces. Si l'on essaye, en effet, de rechercher comment l'action des forces géologiques, telles qu'on les conçoit aujourd'hui, peut expliquer tous les faits observés dans la localité la plus circonscrite, on se trouve bientôt conduit à reconnaître l'impuissance de ces théories. Cette imperfection de la science tient à des causes sur lesquelles je n'ai point à insister ici : je me contente de la constater et d'en conclure que nous sommes loin de connaître tous les rapports qui existent en géologie, entre les causes et les faits de détail ; que par conséquent, un ouvrage, spécialement consacré à l'étude de beaucoup de faits de cette espèce, doit être autant que possible soustrait à l'influence exclusive de théories nécessairement incomplètes.

Je ne concevrais pas d'un autre côté qu'après avoir coordonné un grand nombre d'observations, on ne cherchât pas à en déduire des conséquences. Quelque

exacte qu'elle puisse être, une description ne peut jamais suppléer complétement à la vue des faits; sous beaucoup de rapports, l'observateur est plus à même que qui que ce soit, d'établir ces conséquences : et lors même que celles-ci sont imparfaites en quelque point, elles ont encore ordinairement un certain reflet, dû à l'évidence des choses, qui peut mettre le lecteur sur la voie d'une vérité plus complète. Je satisferai aux deux convenances que je viens d'indiquer en exposant les faits géologiques observés dans la chaîne du Donetz, dans un paragraphe distinct de celui qui sera consacré aux déductions théoriques que ces faits m'ont suggérées. Chacun sera ainsi dans le cas d'apprécier l'exactitude de ces conséquences et de rectifier au besoin celles qui paraîtraient erronées.

Quant aux règles qui doivent présider à la description des faits géologiques, la plus importante, selon moi, est de distinguer soigneusement ceux qu'il convient d'exprimer à l'aide du dessin, de ceux qui ne peuvent s'exprimer qu'au moyen du discours. La carte la plus médiocre indique, beaucoup mieux que ne le pourrait faire un gros volume, tout ce qui se rattache à la distribution géographique des formations, à la direction et à l'inclinaison des roches. J'ai toujours pensé en conséquence qu'il était inutile de compliquer, par des énumérations de cette nature, le texte d'un ouvrage géologique : il suffit d'y comprendre les détails moins nombreux qui se rapportent à la nature minéralogique des roches, à la composi-

tion des terrains, et en général aux faits que la gravure ne saurait exprimer.

Telle est la direction d'idées qui a présidé à la rédaction de la carte, pl. Ire jointe à cet ouvrage sous le titre de : *Carte géologique de la chaîne carbonifère du Donetz et de ses huit groupes de houillères.* Je me suis appliqué à y figurer, de la manière qui m'a semblé la plus claire, tous les faits essentiels concernant la constitution physique de cette contrée. J'ose espérer que les personnes qui auront à décider les questions que soulèvera l'exploitation des richesses minérales du Donetz, trouveront sans fatigue, à la simple vue de la carte géologique, la plupart des faits qu'il importera de prendre en considération ; j'espère également que, sans recourir aux détails que j'ai dû présenter dans les deux paragraphes de ce chapitre, dans un but plus particulièrement scientifique, on pourra apprécier avec le secours de cette carte la convenance des solutions que je propose dans le chapitre IV, touchant plusieurs de ces questions.

§ Ier. — Exposé des faits géologiques.

La chaîne du Donetz est composée de huit formations principales ; je les décrirai successivement, suivant l'ordre d'ancienneté, dans un pareil nombre d'articles, dont l'objet est énoncé ci-après :

Art. 1er. Formation cristalline du Dniéper.
— 2. —— carbonifère.
— 3. —— des marnes de Bakhmouth.

— 4 et 5. Formations crétacées.
— 6. Formation tertiaire de la steppe pontique.
— 7. —— d'eau douce de Taganrog.
— 8. Terrains de transport récents.

La mission qui m'appelait dans la Russie méridionale m'a naturellement conduit à diriger spécialement mes observations sur la formation carbonifère ; celle-ci constitue d'ailleurs la plus grande partie de la chaîne du Donetz : j'aurai donc à insister particulièrement sur la description de cet étage caractéristique.

Art. 1er. — *Formation cristalline du Dniéper.*

La formation cristalline que signale la carte géologique, pl. Ire, au sud-ouest de la chaîne du Donetz, est l'extrémité d'une puissante arête constamment composée de roches de même nature, et dont nous avons suivi les traces depuis Brody, à la frontière commune de la Gallicie et de la Wolhynie, jusqu'au Kalmious, petite rivière qui débouche dans la mer d'Azov à Marioupol. La longueur totale de la formation est de 950 kilomètres : sa largeur moyenne dans les localités où elle est complétement à découvert, ou celle qu'indiquent ailleurs les points isolés qu'on aperçoit çà et là au-dessous de formations plus modernes, est presque constamment de 130 kilomètres. Ces vastes proportions, cette régularité, cette direction absolument rectiligne placent sans contredit ce massif de roches anciennes au premier rang parmi les formations analogues qui existent en si grand

nombre dans la grande presqu'île, que forme l'Europe à l'ouest de la Baltique et de la mer Noire.

Le Kalmious dessine exactement la limite orientale de la formation cristalline : c'est à peine si l'on retrouve celle-ci à découvert lorsqu'on remonte jusqu'à 2 ou 3 kilomètres, les petits ravins qui débouchent dans la rive gauche de cette rivière. Au nord et au sud au contraire, les bornes de la formation ne sont jamais apparentes; il est même fort rare que les mouvements du sol signalent les limites où les roches cristallines sont recouvertes par les terrains plus modernes. La partie de cette formation comprise entre le Dniéper et le Kalmious est presque toujours cachée sous des détritus pulvérulents et sous une épaisse végétation : c'est une véritable steppe qui se trouve à peine distinguée de loin en loin, par quelques ondulations et plus rarement par quelques affleurements de roches, de la région tertiaire située au sud, sur le littoral de la mer d'Azov. Les cours d'eau, qui y prennent naissance et qui portent leur tribut en sens opposés vers la mer d'Azov et le Dniéper, prouvent à la vérité que les roches cristallines forment partie d'une arête culminante; mais les mouvements de terrain sont si peu prononcés, que je n'ai jamais rencontré une localité où la simple vue des lieux pût faire soupçonner l'existence de ce relief. Ces cours d'eau, qui ont ordinairement creusé leur lit dans le massif cristallin, permettent encore au géologue d'en étudier de loin en loin la composition minéralogique.

La formation cristalline, dans les divers points où nous avons pu l'observer, notamment près du Dniéper et du Kalmious, et le long de la route qui conduit de Marioupol en Crimée, semble essentiellement caractérisée par la présence d'une très-grande variété de roches, résultant de l'association d'un petit nombre de minéraux simples. Il est fort rare que ces roches conservent, sur une longueur de 100 mètres seulement, une composition identique; souvent, au contraire, on peut observer dans un rayon de quelques mètres des types très-différents.

Les minéraux simples qui dominent dans cette formation me paraissent être, suivant l'ordre de leur abondance : le feldspath orthose, lamellaire, saccharoïde ou compacte, ordinairement rose pâle, moins communément blanc, verdâtre, rouge foncé, etc... : le quartz hyalin, demi-diaphane ou fortement translucide, à éclat gras, incolore; l'amphibole verte ou noire, lamellaire ou en petits cristaux. A ces minéraux sont associés assez fréquemment le mica, presque toujours verdâtre; et, [illegible] l'albite, d'un blanc nacré; on n'y rencontre que rarement les espèces bien caractérisées de pyroxène, le diallage, l'hypersthène, le grenat, le talc, le chlorite, de serpentines, etc.

Ces minéraux, par leur association en diverses proportions et à divers états, constituent les roches suivantes, que je vais décrire à peu près dans l'ordre de leur abondance relative.

La pegmatite est sans contredit la roche dominante de cette formation : son type le plus ordinaire est composé de feldspath rose à petites lamelles, formant une masse dominante dans laquelle le quartz se trouve disséminé assez régulièrement en petits fragments; çà et là on y rencontre accidentellement quelques mouches d'amphibole ou de mica. Parmi les nuances en nombre infini que présente cette même roche, je signalerai les suivantes, comme les plus habituelles. — Pegmatite graphique, dans laquelle le quartz est aligné d'une manière régulière en fragments de grosseur à peu près égale. — Pegmatite très-quartzeuse, où le feldspath est si rare, qu'on ne peut l'apercevoir dans les cassures fraîches : dans les cassures anciennes, au contraire, le feldspath, qui empâte les fragments de quartz hyalin, se distingue aisément de ce dernier par la couleur mate que lui donne un commencement de décomposition; les échantillons très-quartzeux à grains fins se distinguent fort difficilement de certaines variétés de grès : cette erreur toutefois n'est possible que dans les collections, car sur le terrain de nombreux passages rappellent suffisamment la nature cristalline de cette roche. — Pegmatite à très-gros éléments, à feldspath lamellaire rose ou blanc, à quartz hyalin translucide, contenant çà et là de beaux cristaux d'amphibole. — Pegmatite quartzeuse subcristalline-grenue, fortement colorée en vert par de l'amphibole disséminée en particules très-fines et comme dissoutes dans toute la masse.

— Enfin, d'innombrables passages des variétés précédentes aux autres roches cristallines.

La pegmatite se présente ordinairement en grandes masses amorphes, irrégulièrement sillonnées par de larges fissures; cependant on la rencontre aussi très-souvent en masses décidément stratifiées, où l'existence des strates est rendue évidente à la fois par des fissures analogues à celles qui caractérisent les dépôts de sédiment et beaucoup de roches métamorphiques, et par des différences de composition ou de structure parfois très-prononcées dans deux strates contiguës.

J'ai souvent observé dans d'autres parties de l'Europe ces mêmes symptômes de stratification dans les roches éminemment cristallines; et ils m'ont toujours semblé plus tranchés que ne l'indiquent ordinairement les descriptions classiques.

Le diorite se rencontre avec des nuances encore plus variées, et pour ainsi dire à chaque pas, au milieu des pegmatites. On trouve çà et là des types parfaitement prononcés présentant, à peu près en égales proportions, le feldspath et l'amphibole lamellaires; mais la variété la plus commune se compose de feldspath lamellaire, cristallin ou même compacte, imprégné de matière amphibolique, et renfermant çà et là de l'amphibole distincte. Parmi les nuances les plus communes je signalerai encore les suivantes. — Diorite grenue subsaccharoïde, ayant en grand une couleur gris-verdâtre, et présentant en petit une multitude de

cristaux parfaitement soudés, en sorte que l'hétérogénéité ne se manifeste plus que par la différence des couleurs : cette roche ainsi mouchetée offre, lorsqu'on la considère à la loupe, de la ressemblance avec certaines grauwakes. — Diorite compacte passant à l'aphanite : la nature de cette dernière roche, qu'il est si facile de confondre avec plusieurs autres roches compactes, est indiquée sur le terrain par des passages au diorite cristallin, et dans les collections par la propriété de fondre facilement en verre noirâtre. Quelques diorites compactes sont encore signalés par une grande quantité de mouches pyriteuses brillantes que je n'ai jamais remarquées dans les pegmatites. — Diorite très-chargé d'amphibole lamellaire, miroitante, noire, où le feldspath est à peine visible. — Diorites passant au leptynite, composés essentiellement de feldspath grenu subsaccharoïde, dans lequel sont disséminées des particules aciculaires et miroitantes d'amphibole verte.

Parmi les minéraux subordonnés que présentent les diorites, je signalerai : des masses assez considérables d'amphibole cristalline rayonnée, fibreuse, d'un beau vert, où les interstices des fibres sont souvent remplis par de la chaux carbonatée blanche lamellaire ; de petites veines de chaux carbonatée fibreuse dont les fibres sont perpendiculaires aux surfaces des veines.

Le diorite se décompose fréquemment, et donne lieu à des masses friables, rougeâtres, dont les principales fissures sont imprégnées d'hydroxyde de fer.

Les porphyres sont, après les espèces que je viens

de décrire, les roches les plus abondantes de la formation cristalline ; les variétés en sont tellement nombreuses, qu'il serait impossible d'indiquer dans cette description celles que nous avons recueillies. Rarement on rencontre les types les plus prononcés de cette classe de roches ; on trouve cependant sur les deux rives du Kalmious d'assez belles variétés de porphyres verts et rouges, à pâtes compactes ou subcristallines de feldspath, contenant çà et là de larges cristaux de feldspath ou d'amphibole ; quelquefois ces mêmes cristaux se reproduisent dans des diorites à grains fins, et forment ainsi des diorites porphyriques. Certaines variétés sont, pour ainsi dire, doublement porphyriques : la pâte dominante est un feldspath compacte, terreux, rougeâtre, fusible en un verre bulleux parfaitement blanc ; elle renferme en premier lieu une multitude de petits cristaux de feldspath blanc aciculaire qui se fondent dans la masse rougeâtre, puis de gros cristaux de feldspath blanc lamellaire, tranchant fortement avec le reste de la masse. Certains porphyres ne présentent plus qu'une masse rougeâtre, violacée, homogène ; de nombreuses cavités indiquent la place de petits cristaux qui y étaient originairement disséminés.

De même que les diorites, les porphyres passent assez fréquemment à l'aphanite ; comme eux ils se décomposent fréquemment, et dans ce cas sont toujours plus ou moins chargés d'oxyde de fer. On y rencontre accidentellement des noyaux d'amphibole et de chaux carbonatée ; enfin ils se fondent, par une mul-

titude de transitions différentes, avec les autres roches, et particulièrement avec les diorites.

Les porphyres paraissent abonder particulièrement vers la limite commune du terrain cristallin et du terrain carbonifère, le long de la rivière Volnovakha; on en voit surtout des masses abondantes sur le Kalmious, aux environs de Siçoev : rapprochés en cet endroit des calcaires carbonifères, les porphyres contiennent souvent des veines de chaux carbonatée qui se fondent insensiblement dans la masse. On en suit constamment les traces sur les deux rives du Kalmious, au milieu des pegmatites et des diorites, notamment près de Laspi, de Nikolaevski et de Tchermalik où se présentent les plus belles variétés de cette roche doublement porphyrique que j'ai décrite précédemment. Les porphyres se montrent plus rarement au centre de la formation cristalline.

La syénite, beaucoup moins commune que les roches précédentes, forme cependant quelquefois au milieu de ces dernières des masses assez considérables. On trouve, par exemple, à Karane sur le Kalmious, une fort belle syénite à éléments de grosseur moyenne, composée de feldspath rose, lamellaire, dominant; d'amphibole noir-verdâtre, cristallisée, fort abondante; et souvent de quartz hyalin. Des masses importantes de la même roche se voient encore à Laspi sur le Kalmious; vers la source de la rivière Lozovatoï, à la limite septentrionale de la chaîne granitique; etc.

Le granite se présente assez souvent dans toute l'étendue de la formation; mais il ne me paraît pas qu'on puisse le classer au nombre des roches dominantes : plus fréquent peut-être que ne l'est la syénite, il ne semble pas former des masses aussi importantes que cette dernière roche. La plupart des granites que l'on rencontre ne sont que des exceptions dues à la présence accidentelle du mica dans les pegmatites; j'ai rarement observé près du Dniéper, non plus que dans la contrée du Donetz, ces roches riches en mica de diverses nuances, et qui apparaissent sur de si grandes étendues, avec des caractères constants, dans les chaînes granitiques proprement dites. Le mica est presque toujours vert et à très-petites lamelles; les types les plus prononcés, mais assez rares, sont très-feuilletés, d'un vert pâle et ont l'éclat nacré; les variétés ordinaires sont vert foncé, peu feuilletées, et ressemblent tellement à l'amphibole de certaines syénites, qu'il devient très-difficile d'en faire la distinction. En résumé, la pegmatite se charge assez souvent de mica, et passe ainsi au vrai granite; mais de fréquents retours au type principal prouvent qu'entre le Dniéper et le Kalmious le granite ne peut être considéré comme la base essentielle du massif cristallin.

On trouve des granites bien caractérisés et d'un assez bel aspect, vu la couleur rose habituelle du feldspath, à Philonov sur le Kalmious; à Sartana sur la même rivière, près du point où la formation cristalline est recouverte par la formation ter-

tiaire pontique; vers la source de la rivière Lozovatoï; etc.

Le gneiss paraît être moins abondant encore que le granite dans le massif cristallin du Kalmious. On trouve plusieurs variétés de cette roche dans la partie sud-ouest de ce massif, entre Marioupol et la Crimée; quelques-unes sont assez riches en grenats. Dans la branche orientale de la Kaltchik, au-dessus de Tcherdakli, on voit affleurer en abondance des leptynites dioritiques où le mica remplace accidentellement l'amphibole, et qui forment ainsi un véritable gneiss. Mais dans toutes ces localités, de nombreux passages vers les types dominants de la formation rappellent suffisamment la profonde différence qui existe entre ces accidents locaux et ces puissantes formations de gneiss qui constituent ailleurs des montagnes entières, ainsi que je l'ai observé, par exemple, en Espagne dans la Sierra-Nevada.

Les nids de kaolin et les masses subordonnées de quartz hyalin et de feldspath lamellaire se présentent assez fréquemment dans la formation cristalline du Kalmious et du Dniéper; mais les gîtes métallifères paraissent y être peu abondants : il résulterait des informations que j'ai prises qu'on n'en exploite pas un seul aujourd'hui dans toute l'étendue de la formation. J'ai eu cependant occasion d'étudier chimiquement les produits d'un traitement métallurgique fort incomplet opéré sur des minerais de cuivre ex-

traits à proximité du Dniéper; ces produits paraissent provenir en partie d'un minerai carbonaté très-pur, et en partie d'une espèce antimoniale et arsenicale très-pauvre en argent. Au reste, ce manque apparent des gîtes utiles et des minéraux cristallisés qui accompagnent ordinairement les formations cristallines doit être attribué en grande partie à l'extrême rareté des localités dans lesquelles on peut observer cette formation, en même temps qu'à l'absence de l'homme dans plusieurs vallées où elle apparaît à découvert. Rien ne peut suppléer en effet, pour l'invention des mines, à ces explorations de chaque jour qui résultent des travaux d'une population agricole; recherches involontaires, peu actives sans doute, mais continues, patientes, et par cela même productives. En vain compterait-on sur les études scientifiques les plus consciencieuses : les ingénieurs et les savants ne découvrent que les mines qui leur sont d'abord signalées par les agriculteurs; c'est la charrue et non le marteau du géologue qui précède partout la pioche du mineur.

J'aurais cependant ici d'assez nombreuses citations à faire si je tenais compte de toutes les indications qui ne manquent jamais aux géologues et qui ne nous ont pas fait faute, mais dont il ne nous a pas été donné de vérifier l'exactitude. Le seul fait de ce genre que j'aie à signaler est un gîte fort intéressant de zircons dans la branche orientale de la Kaltchik, à 15 kilomètres environ au-dessus de Tcherdakli. Ce minéral se présente sous forme d'octaèdres surbaissés, très-

nets, sans aucune indication de la forme prismatique : les dimensions ordinaires de ces cristaux sont comprises entre celles d'un grain de millet et d'une grosse lentille ; la couleur constante du minéral est le jaune rougeâtre. Ce zircon est toujours opaque, et se fait remarquer en général par la constance de ses caractères. Il est disséminé abondamment dans un leptynite très-compacte, à cassure grenue-esquilleuse, translucide sur le bord des esquilles, légèrement coloré en vert, et ordinairement parsemé d'une multitude d'aiguilles capillaires d'amphibole verte. Dans les cassures fraîches, les zircons tranchent nettement par leur couleur avec la masse où ils sont empâtés ; ordinairement ils sont en saillie sur cette dernière, et débarrassés par plusieurs de leurs faces. On les détache aisément, au moyen d'un instrument d'acier, sans que le leptynite y reste aucunement adhérent : la séparation est si nette, que la roche conserve exactement le moule des cristaux détachés.

J'aurai occasion de présenter dans le paragraphe suivant, relativement à cette même formation, plusieurs vues générales qui me paraissent jeter quelque lumière sur la géographie et la géologie de la Russie méridionale : je prouverai, par exemple, qu'elle joue par rapport au Dniéper un rôle exactement analogue à celui que jouent par rapport au Donetz et au Don deux autres formations d'origine plus récente. J'ai conclu de ces rapprochements que, dans une classification géographique des formations qui constituent le

sol de l'Europe, la grande arête de pegmatites et de diorites qui traverse toute la Russie méridionale mérite à tous égards la dénomination que je propose dans cet ouvrage, celle de *formation cristalline du Dniéper*.

Art. 2. — *Formation carbonifère*.

Le terrain carbonifère qui constitue essentiellement la chaîne du Donetz se montre au jour au moins sur les trois quarts de la surface comprise dans le périmètre que j'ai assigné comme limites à cette chaîne. Il s'étend en outre dans le même périmètre sous les formations plus modernes : on le voit, en effet, affleurer au-dessous de ces formations au nord-est, où il compose le promontoire de Privolnoé saillant au milieu d'une bande crétacée; à l'ouest, dans la vallée du Krivoï-Toretz, et même au delà près de Slavianka; au nord, près de Pétrovskaïa, où quatre couches de houille sont aujourd'hui exploitées au milieu de collines crétacées, dans un relèvement du terrain carbonifère. Enfin il y a lieu de penser que cette même formation se relie aux puissants massifs carbonifères de même âge dont la présence a été récemment signalée dans le centre et le nord de l'empire par MM. Murchison, de Verneuil, de Meyendorf, Keyserling et Blasius. Une étude attentive des contrées comprises entre la formation cristalline du Dniéper et la bande carbonifère qui traverse les gouvernements de Ka-

louga et de Toula y ferait peut-être découvrir, au milieu de formations plus récentes, plusieurs îlots carbonifères analogues à ceux que j'ai signalés sur la carte, pl. Ire, près de Slavianka et de Pétrovskaïa.

Tous les éléments de la formation que je vais décrire appartiennent à cet ensemble de dépôts que les classifications géologiques les plus récentes s'accordent à maintenir dans le groupe carbonifère proprement dit. Les recherches persévérantes que j'ai faites pendant l'année 1837 et que M. Malinvaud a continuées sous ma direction pendant les deux années suivantes, n'ont pu nous faire découvrir dans la chaîne du Donetz la présence des dépôts de transition : nous n'avons même pu retrouver la moindre trace du groupe silurien, qui s'est cependant déposé en masses puissantes sur le versant opposé de la chaîne cristalline du Dniéper, dans le golfe ouvert au sud-est, compris entre cette chaîne et celle des Carpathes. Tous les géologues, qui, à ma connaissance, ont décrit la chaîne du Donetz, me semblent donc avoir commis une erreur en signalant la présence des dépôts de transition entre les masses cristallines que j'ai décrites ci-dessus et les roches qui recèlent les couches de combustibles minéraux exploités depuis longtemps dans cette contrée. Je crois inutile d'ailleurs de relever l'erreur plus évidente que l'on a commise récemment en rattachant aux périodes de transition la totalité des roches anciennes à strates inclinées de la contrée du Donetz.

M. Murchison a dernièrement établi que les dépôts de vieux grès rouge de la Grande-Bretagne et du nord de la Russie différaient essentiellement, par l'ensemble de leurs caractères zoologiques, des dépôts appartenant au calcaire carbonifère proprement dit; qu'en conséquence il convenait de détacher ces premiers dépôts du groupe carbonifère tel qu'il avait été établi par M. de la Bèche, et de le considérer dorénavant comme un terrain spécial, caractérisant une période qu'il a nommée *Dévonienne*, et qui serait comprise dans la chronologie géologique entre les grandes périodes silurienne et carbonifère. Si cette distinction est en effet aussi tranchée que l'admet M. Murchison, il faudrait admettre, ainsi que je le démontrerai plus loin, que la période dévonienne n'est pas représentée dans la chaîne du Donetz; conclusion qui rendrait encore plus prononcée l'erreur qui a fait rapporter aux périodes de transition tout ou partie des terrains de cette contrée.

Je renvoie le lecteur à la carte géologique, pl. I[re], pour toutes les considérations relatives à la distribution géographique et aux limites de la formation carbonifère, et je vais m'attacher d'abord à en décrire les caractères minéralogiques.

Les roches de la formation carbonifère appartiennent à trois grandes classes principales : 1° une série de roches extrêmement variées dont l'élément dominant est le quartz hyalin et qui contiennent en outre, en proportions très-variables, le feldspath plus ou

moins décomposé, le kaolin, le mica, l'amphibole plus ou moins décomposée; en un mot, tous les éléments simples qui existent, avec un autre mode d'agrégation, dans la formation cristalline du Dniéper; 2° des schistes formés essentiellement d'une pâte terreuse peu consistante; 3° des calcaires compactes ou subsaccharoïdes. Ces diverses roches sont distribuées d'ailleurs en proportion fort inégale : ainsi les roches quartzeuses forment au moins les dix-sept vingtièmes du massif carbonifère; les roches calcaires y entrent à peu près pour deux vingtièmes et les schistes proprement dits, pour un vingtième au plus. On trouve en outre, dans la même formation un petit nombre de roches de nature assez exceptionnelle que je signalerai après avoir décrit les trois types principaux.

Les espèces de la première classe sont des psammites, des grès, des poudingues, des arkoses, et de nombreux passages des psammites aux schistes et même aux calcaires.

Les psammites sont de beaucoup la roche dominante et constituent au moins la moitié de la formation carbonifère. La variété la plus commune est essentiellement formée de grains de quartz hyalin, translucide ou opaque, jaunâtre, ayant à peu près la grosseur d'un grain de millet; ces grains sont presque toujours usés sur leurs arêtes, au point de devenir quelquefois complétement arrondis; ils sont réunis par un ciment de kaolin dont la nature n'est pas douteuse

dans les variétés où les grains de quartz sont de grosseur appréciable : le kaolin, blanc-jaunâtre, souvent friable, parfois assez endurci, remplit tous les interstices que laissent entre eux les fragments de quartz. Il paraît cependant que la forte agrégation qui caractérise ordinairement ces psammites est due aussi à un ciment quartzeux : on remarque en effet que plusieurs variétés à grains moyens, qui n'ont conservé que peu de kaolin et qui sont criblées de cavités dues à la disparition de cette substance, présentent encore une très-grande dureté; les grains quartzeux y paraissent soudés directement les uns aux autres sans aucune interposition de matière étrangère. Parmi les substances qui se trouvent disséminées dans les psammites, il faut citer au premier rang le mica dont les plus fines paillettes, observées à la loupe, présentent encore l'éclat nacré. Le mica forme quelquefois partie essentielle de la roche : souvent il est accumulé dans les lits parallèles aux plans de stratification, suivant lesquels la roche tend à se diviser; en sorte que tel psammite où abonde le mica suivant ces plans naturels de division, paraît en être complétement dépourvu dans la cassure transversale. On trouve encore, dans la pâte des psammites, des fragments arrondis de jaspe noir, compacte et infusible au chalumeau, entièrement identiques avec ceux que je signalerai plus loin comme associés en grandes masses au terrain cristallin sur les rives de la Volnovakha : jamais je n'ai rencontré d'aphanite parmi ces grains noirs; je n'ai jamais non plus observé

dans les psammites de fragments cristallins d'amphibole.

Les grains de quartz deviennent quelquefois beaucoup plus volumineux que je ne l'ai indiqué ; et, en prenant cette forme, les psammites offrent tous les passages possibles entre le type que je viens de décrire et les poudingues : toutefois ces variétés sont comparativement fort rares. Les variations du type principal se manifestent surtout dans le sens opposé. Plusieurs vallées, et particulièrement la grande Kamenka, qui débouche dans la rive gauche du Donetz, au-dessous de Goundorovskaïa, sont presque constamment creusées dans des psammites très-micacés dont les grains ne sont distinctement visibles qu'à l'aide d'une forte loupe. Quelquefois enfin les éléments de la roche deviennent tellement ténus et sont tellement soudés les uns aux autres que celle-ci paraît complétement compacte : ces variétés de psammites sont souvent très-dures, à cassure esquilleuse ; ce n'est que sur les esquilles très-minces et translucides, et avec le secours d'une forte loupe, que l'on peut apercevoir la nature hétérogène des parties constituantes. Ces esquilles exposées à la plus forte chaleur du chalumeau ne subissent pas de ramollissement, même sur leurs plus fines dentelures : elles perdent seulement leur couleur jaunâtre et leur translucidité et deviennent d'un blanc plus mat.

La variété que je viens de décrire, et qui est assez commune dans la chaîne du Donetz, paraît être le passage du psammite ordinaire à un type extrême que

j'ai rencontré çà et là affleurant au milieu des plateaux herbacés où son extrême dureté l'a maintenu en saillie au-dessous des autres roches cachées à une faible profondeur par une couche de détritus et de terre végétale. Ce dernier est un grès exclusivement quartzeux, non micacé, d'une couleur grise uniforme, à grains excessivement fins qui ne se distinguent pas du ciment. J'ai trouvé ce grès en un petit nombre de localités fort éloignées les unes des autres, et toujours dans la situation que je viens d'indiquer ; il est également digne de remarque que ces grès m'ont toujours offert des empreintes identiques de végétaux, empreintes qui sont au contraire fort rares dans les psammites.

Il existe d'autres variétés de psammites à grains fins, fort différentes des variétés quartzeuses compactes que je viens de décrire : elles sont en général très-chargées de mica : les grains quartzeux, d'une ténuité extrême, sont en outre noyés dans un ciment argileux d'un noir bleuâtre. Cette variété de psammite, fort commune dans les parties de la formation où abondent les combustibles minéraux, se montre, par exemple, très-fréquemment sur les rives du Donetz et de ses principaux affluents, entre Kamenskaïa et Diadine, et plus bas entre Ekaterinenskaïa et Oust-Bouistrianskaïa. Les beaux escarpements qui se voient dans les ravins d'Ekaterinenskaïa, de Nijni Cébriakov sur la Bouistraïa, et de Roubejnoï, en sont presque exclusivement composés. Cette roche présente ordinairement une texture très-schisteuse et des couleurs

qui varient entre le brun-jaunâtre et le gris-noir foncé ; elle forme un véritable passage entre le psammite et le schiste argileux. Les auteurs qui ont signalé de grandes masses de schiste argileux dans la chaîne du Donetz, ont sans doute compris dans cette indication les psammites schisteux que je viens de décrire, car le véritable schiste argileux avec les caractères que j'indiquerai plus loin m'a semblé être comparativement fort rare. Les psammites schisteux sont souvent infusibles au chalumeau : ils sont dans tous les cas beaucoup moins fusibles que les schistes argileux proprement dits.

Je signalerai encore une variété de psammite où abonde un ciment vert qui donne à l'ensemble de la roche une nuance verdâtre prononcée. Du feldspath non décomposé paraît être associé aux grains de quartz que le ciment rend à peine perceptibles : la présence du feldspath semble indiquée par la fusibilité de la roche qui donne à un feu de chalumeau bien soutenu un verre presque noir. Cette roche forme le passage du psammite à une variété d'arkose que je décrirai ci-après.

Les grès à ciment quartzeux pur se rencontrent peu dans la formation carbonifère : j'ai décrit précédemment le seul type bien prononcé que j'ai été dans le cas d'observer.

Les poudingues sont fort rares dans la chaîne du Donetz : je n'ai vu ces roches qu'en deux localités, situées toutes deux à l'ouest de la formation carbonifère, savoir : sur le Kalmious, un peu au-dessus du village

de Béchev, et aux environs de Slavianka, sur la route de poste d'Ékaterinoslav à Bakhmouth. Ces poudingues sont formés de noyaux arrondis de quartz hyalin et de jaspe noir qui atteignent rarement la grosseur d'une noix; la masse dans laquelle ces noyaux sont empâtés est une sorte de psammite à très-gros grains, à ciment de kaolin et de silice.

L'arkose, moins rare que les deux roches précédentes, ne se montre qu'en un petit nombre de localités; elle présente plusieurs variétés ayant des caractères fort tranchés. On en trouvedes affleurements considérables sur toute la ligne de la Volnovakha, à la limite de la formation cristalline et de la formation carbonifère. Elle repose souvent sur les pegmatites, qui composent en beaucoup d'endroits la base des collines bordant la rive gauche de cette rivière, et elle alterne aussi avec plusieurs roches d'une nature particulière que je décrirai plus loin. Dans cette région, l'arkose se compose ordinairement de quartz hyalin et de feldspath plus ou moins décomposé empâtés dans du kaolin; le départ du kaolin donne lieu à des roches criblées de cavités, qui conservent néanmoins une grande dureté, et qui dans plusieurs localités sont exploitées comme pierre à meule. A Nikolaevski, hameau non marqué sur la carte, situé environ à mi-chemin de Volnovakha à Stilia, le quartz, presque diaphane, à fragments anguleux à peine émoussés, est associé à du feldspath lamelleux non décomposé; il forme une masse dont l'origine sédimentaire n'est pas douteuse lorsqu'on l'étudie dans toutes ses parties,

mais qui, dans certains échantillons isolés, se distinguerait très-difficilement d'une pegmatite d'origine ignée.

Une autre variété qui se rencontre çà et là loin de la formation cristalline, au milieu des psammites, est composée de très-petits grains de quartz hyalin et de feldspath d'un blanc mat empâtés dans un ciment verdâtre, argileux, très-abondant, où l'on distingue quelques aiguilles d'amphibole. Cette roche est fusible au chalumeau en émail noirâtre, au milieu duquel on distingue très-bien les grains de quartz non altérés par le feu, et les grains de feldspath qui se sont fondus en petites boules blanches. Elle est entièrement identique avec certaines grauwackes des géologues allemands.

Enfin j'ai rencontré une troisième variété non moins remarquable au nord de Novo-Tcherkask, dans la vallée de la Grouchevka, à 3 kilomètres au-dessous des mines de houille qu'on exploite dans cette vallée. Cette roche a une structure tellement cristalline, que je lui ai tout d'abord attribué une origine ignée, et que plusieurs savants, fort experts dans la connaissance des roches, que j'ai consultés à dessein, en ont méconnu la véritable nature. Elle se compose de quartz et de feldspath colorés par de l'amphibole noir-verdâtre disséminée dans la masse en particules très-fines. L'analogie qu'elle présente avec certains diorites se trouve confirmée par l'apparence extérieure des masses qui s'élèvent au-dessus du sol en grosses boules décomposées à leur surface par couches concentriques et souillées de taches de rouille. La roche

n'offre aucune stratification distincte, mais bien une série de fissures courant en diverses directions, et dont quelques-unes sont remplies de quartz gras compacte ou de quartz diaphane en gros cristaux. En examinant attentivement cette localité, où une carrière a été ouverte, on y découvre bientôt un passage insensible du type que je viens de décrire à un psammite stratifié, dont la nature sédimentaire ne peut être douteuse et qui lui-même est pénétré par des filons de quartz.

Les faits que je viens de rappeler, et plusieurs autres encore sur lesquels il serait superflu d'insister ici, me paraissent confirmer en tous points la justesse des idées qui ont conduit M. D'Omalius d'Halloy à établir son espèce arkose (1).

Les schistes argileux proprement dits sont, comme je l'ai déjà indiqué, assez rares dans la formation carbonifère. Le type le mieux prononcé de cette roche est composé d'une pâte noir-bleuâtre, qui semble homogène même lorsqu'on la regarde à la loupe. Ces schistes ne sont jamais sonores comme l'ardoise; ils n'ont qu'une médiocre consistance, et peuvent presque toujours être brisés par la seule pression de la main. Quelquefois la structure est très-feuilletée; plus ordinairement les feuillets naturels ont une assez grande épaisseur, et ceux-ci, dans leur cassure transversale,

(1) Voir l'ouvrage intitulé : *des Roches considérées minéralogiquement, par J.-J. D'Omalius d'Halloy*. Nouvelle édition; Paris, 1841. — Consulter la page 17 pour la définition de l'espèce *arkose*.

n'offrent plus que de faibles indices de structure schisteuse. Les joints naturels sont souvent recouverts d'un enduit brun-rouge ou jaunâtre qui porte de nombreuses empreintes de végétaux fossiles.

Quelquefois, et notamment au contact des couches de charbon de terre, le schiste devient plus terreux et moins consistant, perd sa fissilité, et se convertit en une masse de couleur cendrée. Cette variété de schiste est beaucoup moins fusible que la précédente; exposée à la plus forte chaleur du chalumeau ordinaire, elle donne un émail blanchâtre à peine ramolli.

Certaines régions de la chaîne du Donetz paraissent complétement dépourvues de schistes; dans d'autres localités, et notamment dans celles où abondent les combustibles minéraux, on en rencontre des affleurements assez nombreux : ils ne forment jamais cependant de grandes masses continues, comme les psammites ni même comme les calcaires.

Le calcaire, troisième type principal des roches du Donetz, se trouve ordinairement, mais moins souvent que le schiste, en couches subordonnées aux psammites; il forme en outre, dans des localités peu nombreuses à la vérité, des masses continues extrêmement puissantes. La variété la plus commune est un calcaire compacte gris foncé, bitumineux, développant par le choc une odeur fétide; elle est quelquefois traversée en tous sens par des veines de chaux carbonatée saccharoïde, blanche ou jaunâtre, qui la rendent propre à être employée comme marbre. Le calcaire

est parfois d'un noir très-foncé; plus rarement il est blanc, à peine jaunâtre, et entièrement identique aux variétés les plus compactes de la chaîne du Jura. Ces types prononcés se présentent partout où le calcaire existe en grandes masses; ils se retrouvent aussi dans les localités où les couches sont très-minces et subordonnées aux autres roches de la formation. Toutefois, dans ce dernier cas, le calcaire montre souvent une tendance prononcée à passer par toutes les nuances imaginables, et souvent dans des points fort rapprochés, aux autres roches de la formation carbonifère, et notamment aux psammites schisteux.

Les masses les plus considérables de calcaire que j'aie observées dans la chaîne du Donetz sont situées à l'extrémité orientale de la formation carbonifère, dans la vallée de la Bouistraïa, entre Girnov et Obrouivskoï. Elles y forment de magnifiques escarpements verticaux qu'on ne s'attend pas à trouver dans une vallée peu profonde et au milieu de steppes à peine ondulées. Ces escarpements, qui se présentent comme une exception très-singulière pour cette contrée, ont été probablement formés, à une période géologique fort reculée, par des causes particulières que je signalerai dans le paragraphe suivant. On rencontre aussi de puissantes masses calcaires dans le bassin de la haute Biélinka, qui débouche dans le Donetz, au-dessous de Licitchia-Balka, et surtout sur les bords des deux Volnovakha, près des limites de la formation cristalline du Kalmious.

Le calcaire est en outre, comme je l'ai déjà dit,

disséminé en couches minces, moyennement épaisses de 2 à 10 décimètres, dans toutes les parties de la formation carbonifère : il affleure souvent avec les psammites proprement dits, mais il accompagne plus ordinairement les psammites argileux et schisteux; très-souvent aussi il forme le toit ou le mur des couches de combustible minéral. C'est à peu près la seule roche que l'on voie de loin en loin affleurer dans les vastes plateaux herbacés qui composent en grande partie la surface de la chaîne; elle se présente, dans ce cas, sous la forme d'une crête saillante, dont on peut suivre quelquefois la trace rectiligne sur une longueur de plus de 100 mètres. Cette présence habituelle du calcaire sur les plateaux ne motive d'ailleurs aucune conclusion touchant la position ou l'abondance relative de cette roche dans les masses cachées par la terre végétale. Il faut se rappeler en effet que les strates du terrain carbonifère, étant ordinairement très-inclinées, présentent successivement leurs crêtes à la surface des plateaux; et que les agents atmosphériques ont dû exercer pendant une longue série de siècles une action fort inégale, d'une part, sur les couches calcaires, de l'autre, sur les masses de psammites feldspathiques et de schistes au milieu desquelles les calcaires sont intercalés. On comprend aisément que les couches calcaires, qui sont les plus résistantes ont dû s'élever à la longue par rapport aux autres, et se dessiner en relief au-dessus d'elles.

Indépendamment de ces roches qu'on pourrait ap-

peler les éléments normaux de la formation carbonifère, on rencontre en un petit nombre de localités situées à l'ouest de la chaîne quelques gisements de roches exceptionnelles. L'une des plus remarquables que j'aie à citer est la dolomie, qui forme un massif isolé sur la rive gauche du Krivoï-Toretz, à quelques centaines de mètres au-dessus de la station de poste de Toretzkaïa : les rochers qu'on voit affleurer sur le bord du plateau sont en partie formés de calcaire compacte, grenu, jaunâtre, contenant des traces évidentes de corps organisés, dont l'espèce est indéterminable. Ce calcaire passe insensiblement à une dolomie complétement saccharoïde, de couleur jaunâtre; celle-ci est criblée de petites cavités intérieurement tapissées de cristaux rhomboédriques, comme les dolomies métamorphiques les mieux caractérisées que j'aie observées soit dans les calcaires siluriens au contact des laves volcaniques de l'Eiffel, soit dans les calcaires d'eau douce de Badajoz (Estramadure) au contact de roches dioritiques. Une analyse très-exacte de la dolomie de Toretzkaïa, faite par mon ami, M. H. Seybert (1), a donné :

		Oxygène	Rapport.
Chaux.	0,298 . .	0,084	. 1
Magnésie	0,214 . .	0,085 . .	1
Acide carbonique, trace d'eau.	0,470 . .	0,340 . .	4
Residu insoluble.	0,015		
Total.	0,997		

(1) On doit à M. H. Seybert la découverte de la glucine dans la cymophane, et un grand nombre de travaux intéressants sur les minéraux des États-Unis d'Amérique.

La dolomie de Toretzkaïa s'approche donc plus que toute autre dolomie que j'aie eu occasion d'étudier, ou même que toute autre variété qui, à ma connaissance, ait été analysée, du type théorique représenté par la formule : CaC^2+MgC^2. Ce massif calcaire semble être en connexion avec des psammites et des poudingues qu'on voit affleurer à peu de distance; malgré d'attentives recherches, je n'ai pu trouver à proximité de la dolomie aucune indication de roches cristallines. Au reste, pour le dire en passant, un des caractères distinctifs de cette formation carbonifère est précisément l'absence de toute infiltration de roches ignées : bien que mon attention ait été souvent dirigée vers la découverte de cette classe de roches, je n'en ai jamais trouvé un affleurement en dehors des limites que j'ai assignées, sur la carte, pl. Ire, à la formation cristalline du Kalmious.

On retrouve encore des dolomies saccharoïdes parfaitement caractérisées sur la rive gauche de la rivière Volnovakha, où abondent, ainsi que je l'ai déjà annoncé, de puissantes masses de calcaire compacte. La dolomie de couleur grise, en masses irrégulièrement fendillées, et dénuées de stratification, y forme un escarpement à 3 kilomètres environ au-dessus de Stilia : mais ici les roches cristallines se montrent à peu de distance des dolomies.

C'est au reste sur la rive gauche de cette même rivière que les roches carbonifères, en se superposant aux roches cristallines qui sont à découvert sur la rive opposée, s'écartent le plus des types ordinaires

précédemment décrits Outre les arkoses demi-cristallines que j'ai déjà indiquées dans cette situation, on y observe des masses puissantes de jaspe noir, dont les unes sans stratification distincte, paraissent être en connexion avec les roches cristallines ; tandis que les autres, plus rares à la vérité, assez distinctement stratifiées, paraissent être une dépendance de la formation carbonifère. On trouve encore fréquemment dans cette même vallée, en strates alternant évidemment avec les arkoses d'agrégation, des quartz schisteux de diverses nuances, ordinairement d'un beau vert, très-compactes, à cassure conchoïde et très-esquilleuse : cette roche est absolument infusible au chalumeau : elle se décolore par l'action du feu et devient d'un blanc mat. Elle renferme des traces de végétaux ; on y a même rencontré, entre Stilia et Karakouba, à 2 kilomètres au-dessus de ce dernier village, un gros fragment d'arbre fossile formé de quartz xiloïde blanc laiteux, plus jaspé que la roche elle-même. La colline où affleure cette roche présente la coupe suivante que je rapporte ici avec détail, parce qu'elle rappelle assez bien les caractères habituels du terrain carbonifère, au contact des roches cristallines, sur la limite de la Volnovakha.

1. Calcaire noir-bleu, dur, compacte, à cassure unie, formant le sommet de la colline.	4 m.	00
2. Calcaire de même texture, mais de couleur grise. . . .	4	00
3. Quartz schisteux, vert, compacte, très-dur, infusible. . .	3	00
	11	00

Report	11 m.	00
4. Arkose ayant une apparence demi-cristalline, composée de quartz hyalin en fragments et de feldspath rouge, laminaire ou compacte, soudés par une pâte quartzeuse, verte, infusible comme la roche précédente.	0	50
5. Quartz schisteux, vert, compacte, très-dur, infusible. . .	1	50
6. Arkose demi-cristalline, nuancée de vert et de rouge comme la roche n. 4.	1	00
7. Quartz schisteux vert, très-fissile, contenant un tronc d'arbre fossile, en quartz blanc laiteux ayant, dans sa section transversale, 0 m. 30 sur 0 m. 21.	1	30
8. Argile rouge assez compacte.	1	20
9. Quartz schisteux vert, compacte, dur.	1	50
10. Arkose blanche, à grains moyens, très-dure.	3	00
11. Arkose blanche ou jaunâtre, à grains de grosseur variable, passant à un poudingue contenant des rognons arrondis de quartz compacte, se décomposant à l'air.	5	00
12. Arkose blanche, à grains parfois assez gros, devenant caverneuse en perdant le kaolin, exploitée comme pierre à meules.	6	00
13. Arkose à gros grains, blanche et rose, assez dure. . . .	8	00
14. Arkose blanche, à gros grains, dure, exploitée comme pierre de construction.	3	00
15. Psammite schisteux, micacé, jaune-verdâtre, à grains fins, à ciment argileux, avec empreintes de végétaux, exploité comme pierre de construction.	3	00
16. Porphyre rouge avec cristaux empâtés de feldspath blanc-jaunâtre : il paraît former toute la partie inférieure de la colline où il se montre en gros blocs au-dessus de la végétation. A la base de la colline, on voit très-distinctement affleurer le porphyre qui paraît y former deux couches bien réglées, épaisses de 2 mètres, en stratification concordante avec les couches précédentes. L'épaisseur totale est environ.	18	00
Total	64 m.	00

Les strates de cette belle coupe affectent la direction

moyenne N. 75° O. (1) : elles sont fort peu tourmentées, de même, au reste, que la plupart des roches carbonifères qui recouvrent cette limite septentrionale de la formation cristalline : elles plongent vers le nord, sous un angle qui varie de 2 à 10 degrés.

Les roches qui constituent la formation carbonifère du Donetz, et particulièrement les calcaires, renferment une prodigieuse quantité de débris organiques qui ne laissent aucun doute sur la période géologique à laquelle il convient de rapporter cette formation. Les nombreux fossiles que nous y avons recueillis caractérisent, pour la plupart, exclusivement les couches de sédiment comprises dans l'échelle géologique, au-dessus du vieux grès rouge ou terrain dévonien (que M. Murchison lui-même n'a pas trouvé représenté dans nos collections du Donetz, par un seul de ses fossiles caractéristiques), et, au-dessous du terrain houiller proprement dit; il sera prouvé plus loin, en effet, que ce dernier terrain, ou plutôt cette série de dépôts, n'existe pas dans la chaîne du Donetz, du moins avec les caractères spéciaux qu'on lui a reconnus en Grande-Bretagne, en France, en Belgique et en Allemagne.

(1) J'indiquerai toujours, dans le cours de cet ouvrage, la direction des roches stratifiées par l'angle que forme avec le nord vrai une ligne horizontale tirée dans le plan des couches. Cet angle est toujours compté vers l'ouest et peut varier de 0° à 180°. Cette notation, ou toute autre analogue, si elle était généralement adoptée, pourrait encore être simplifiée, puisqu'elle pourrait se réduire à l'indication de l'angle.

Placée entre ces deux limites, la formation du Donetz correspond par conséquent, dans la série zoologique, aux dépôts qui ont été définis et rendus classiques par les corps organisés fossiles découverts à Visé (Belgique), Ratingen (Westphalie), Dublin (Irlande), Bristol (Angleterre), et autres localités analogues du Yorkshire, du Derbyshire, d'Écosse, etc. C'est pour moi un devoir de citer, à cette occasion, les savants d'après l'autorité desquels je puis faire ce rapprochement, et de leur exprimer ici toute ma reconnaissance pour les lumières qu'ils ont bien voulu me fournir, en examinant nos collections de roches du Donetz. J'espère d'ailleurs que le public savant accueillera avec confiance cette assertion, qui a pour garanties les connaissances spéciales de MM. Élie de Beaumont, Deshayes, de Verneuil, Bayrish et Murchison. J'ai dû tenir d'autant plus à appuyer ces conclusions sur les noms que je viens de citer, qu'elles sont contraires en plusieurs points aux opinions qui ont déjà été émises, et qu'elles ajoutent à la série des districts carbonifères une localité qui l'emporte, par son étendue et par sa continuité, sur toutes celles de l'Europe occidentale.

Le fossile que nous avons rencontré le plus communément dans la formation carbonifère du Donetz, est le *Producta antiquata* (Sow.). Parmi les localités où il abonde, je citerai surtout les houillères d'Ousspenskoé; celles de Licitchia-Balka; plusieurs ravins creusés dans la steppe à l'est d'Ekaterinenskaïa; la vallée de la Bouistraïa; celle de la Kamenka; les

houillères de Pétrovskaïa, etc... Des milliers d'empreintes de cette espèce avec leur têt nacré, se trouvent souvent accumulés dans des fragments de calcaire très-argileux ayant moins d'un décimètre cube.

Les *Producta* forment, sans contredit, le genre le plus commun dans cette formation : on y a rencontré fréquemment, outre l'espèce indiquée précédemment, *Producta concinna* (Sow.), *Producta lobata* (Sow.), *Producta latissima* (Sow.), *Producta hemisphærica* (Sow.), *Producta giganeta* (Sow.), *Producta scabricula* (Sow.), *Producta fimbriata* (Sow.). On trouve assez communément, dans les masses pétries de ces diverses espèces, des épines nacrées bien conservées, dont quelques-unes atteignent 3 centimètres de longueur.

Parmi les espèces appartenant à d'autres genres, et dont la détermination n'a point offert de doutes, je citerai encore : *Spirifer mosquensis* (Fischer, Orychtographie de Moscou), *Spirifer rotundatus* (Sow.), *Spirifer glaber* (Sow.), *Spirifer striatus* (Sow.), *Nerita spirata* (Sow.).

Indépendamment de ces espèces qu'il suffit de citer pour caractériser le groupe carbonifère, notre collection de roches du Donetz comprend un très-grand nombre d'espèces bien connues pour la plupart des personnes qui ont étudié spécialement les fossiles de ce groupe, mais qui n'ayant point encore été décrites, ne peuvent être désignées par un nom spécifique. Je citerai, par exemple, des *Encrinites* absolument identiques, pour leur forme et pour leur disposition dans la roche qui les renferme, avec celles qu'on trouve dans

la même situation géologique à Matlock (Derbyshire), et à Halloy, près de Namur (Belgique). Il est même digne de remarque que cette identité d'objets si éloignés se retrouve jusque dans les plus petites nuances de la roche qui porte l'empreinte de ces fossiles; en sorte qu'aucun caractère ne permettrait de distinguer l'un de l'autre certains échantillons pris dans les trois localités. Ces encrinites présentent toutes les dimensions possibles, depuis le diamètre de 2 ou 3 millimètres, jusqu'à celui de 3 centimètres; elles se trouvent dans un quartz jaspé jaunâtre ou d'un blanc laiteux. Ces quartz eux-mêmes forment des nids et de petites couches discontinues dans une puissante masse de calcaires compactes, qu'on trouve sur la rive gauche de la rivière Volnovakha, 4 kilomètres au-dessus de Stilia. Les encrinites se voient dans les nids siliceux situés à la partie supérieure de l'escarpement; les masses siliceuses situées à un niveau moins élevé paraissent ne plus en contenir.

Nos collections renferment encore un *Producta* bien caractérisé, que je n'ai pas vu figuré dans les ouvrages de Sowerby et de Phillips : il offre une certaine analogie de formes avec le *Producta Martini* (Sow.); mais il en diffère par ses moindres dimensions, et surtout par ses stries plus fines et plus régulières. Ce fossile, et la roche à laquelle il est adhérent, présentent une complète identité avec un échantillon provenant des environs de Bristol, classé sous le n° 720 dans la collection de l'École royale des Mines de Paris. Ce fait offre donc un nouveau motif de rapproche-

ment entre les formations carbonifères du Donetz et de la Grande-Bretagne.

Les schistes argileux friables, gris-cendrés, à pâte très-fine, qui accompagnent fréquemment les couches de charbon de terre dans la chaîne du Donetz, présentent parfois une multitude de coquilles pyritisées : tantôt ce sont de grandes coquilles, qui paraissent devoir être rapportées aux genres *Unio* et *Mytilus;* tantôt au contraire la roche est complétement imprégnée de très-petites coquilles appartenant probablement au genre *Cypris*. Tel est le cas, par exemple, du schiste charbonneux, friable, efflorescent, qui se trouve au contact de la couche de houille exploitée près du village de Biéloé, sur la rivière Biélaïa, l'un des affluents de la Lougane. M. de Verneuil, en voyant cette roche dans nos collections, a été frappé de la complète identité qu'elle présente avec des schistes à fossiles pyriteux qu'il a eu occasion d'observer à Saint-Servais près de Namur, et dans le Fifeshire en Écosse, sur la rive gauche du Forth, à 20 kilomètres environ au nord d'Édimbourg.

Parmi les espèces non décrites, je citerai encore un *Spirifer,* assez voisin du *Spirifer striatus* (Sow.), mais qui en diffère principalement en ce qu'il est plus bombé : M. de Verneuil le regarde comme absolument identique avec une des espèces qu'il a observées à Visé (Belgique).

Nos collections comprennent en outre environ trente espèces qui n'ont pu être nommées par les personnes que j'ai consultées, et dont je n'ai pu re-

trouver les analogues dans les collections ou dans les ouvrages auxquels j'ai eu recours. Les espèces les plus communes appartiennent aux genres que j'ai déjà cités, de même qu'aux genres *Orthis*, *Bellerophon*, *Asaphus*, *Calymene*, *Terebratula*, *Ammonites*, *Nautilus*, *Pecten*, *Nerita*, *Unio*, etc... Les bellerophes abondent particulièrement dans la vallée de la Bouistraïa : on les voit quelquefois par milliers, formant saillie à la surface des calcaires exposés à l'action des agents atmosphériques. J'ai trouvé une assez grande quantité de petits trilobites, appartenant au genre *Asaphus*, dans des calcaires ferrifères subordonnés à des psammites schisteux, près du village de Vlaçov dans la vallée de la grande Kamenka ; ces mêmes calcaires, dont les analogues se retrouvent en plusieurs points de la formation, sont tellement pétris de coquilles, qu'on en compterait parfois cent empreintes dans un échantillon de dimension ordinaire ; ils présentent, entre autres genres, beaucoup d'empreintes d'*Unio*, d'*Orthis* très-finement striés, etc. Les mêmes trilobites abondent également, avec beaucoup d'autres espèces, dans les calcaires qui accompagnent les couches de houille de Licitchia-Balka. Trois ou quatre espèces d'*Unio* et un *Pecten*, assez semblable au *Pecten papyraceus* (Sow.), se rencontrent surtout dans les psammites schisteux et les schistes à empreintes qui accompagnent souvent les couches de combustible minéral. Enfin M. L. Rousseau, qui a bien voulu étudier les espèces nouvelles que renferme notre collection, a décrit, dans le troisième volume de cet ouvrage, page 783, sous le nom

de *Nautilus Leplayi* (pl. XII, fig. 2, et 2ᵃ), l'une des espèces que distinguent les caractères les plus tranchés : ce beau fossile a été trouvé dans les psammites schisteux de Koubejnoï.

Les végétaux fossiles abondent dans la formation carbonifère du Donetz, mais ne paraissent pas y être représentés, comme les animaux, par un grand nombre d'espèces. M. Ad. Brongniart, qui a bien voulu étudier attentivement nos collections, a constaté que sous ce rapport elles présentent encore une analogie complète avec les formations carbonifères de l'ouest de l'Europe. On trouve parfois des empreintes végétales dans les psammites, et particulièrement dans les variétés argileuses, à grains fins ; mais ce sont les schistes argileux, notamment ceux qui accompagnent les couches de combustible, qu'on doit considérer comme le véritable dépôt de ces corps organisés. L'un des plus riches gisements de végétaux que j'aie eu occasion d'observer est l'excavation qui a été pratiquée à Nijni-Cebriakov, près de l'embouchure de la Bouistraia, pour l'exploitation d'une des couches d'anthracite qui affleurent à quelques mètres du lit de cette rivière. (Voy. pl. IX, fig. 1.)

En terminant cette énumération sommaire des corps organisés fossiles de la formation carbonifère, je dois faire observer qu'il s'en faut de beaucoup qu'on trouve en cette contrée les facilités que présentent aux collecteurs d'espèces fossiles les localités

classiques de l'Europe occidentale. Les calcaires où se rencontrent surtout les restes d'animaux ne sont jamais exploités comme matériaux de construction, et on les recherche rarement comme pierre à chaux. Personne n'a pu nous indiquer la situation des principaux gisements; les découvertes que nous avons faites en ce genre ont été le résultat du hasard, et encore l'obligation où nous étions de consacrer spécialement notre temps à des recherches d'une autre nature nous imposait-elle la loi de n'explorer qu'avec une certaine réserve ces gîtes fossilifères. Si, dans de telles circonstances, nous sommes parvenus à réunir beaucoup de débris organiques provenant de toutes les parties de la formation, je crois pouvoir en conclure que la chaîne du Donetz renferme sous ce rapport de très-grandes richesses. Je suis même convaincu qu'elle se trouvera placée au premier rang, soit pour l'abondance, soit pour la variété des espèces, lorsque l'administration des mines, qui se montre en Russie si zélée pour le progrès des sciences, aura fait explorer cette contrée avec la continuité d'efforts et la puissance de moyens dont, pendant longtemps encore, elle seule pourra disposer.

Pour compléter cette description de la formation carbonifère, il me reste à indiquer les rapports de gisement, de stratification et de superposition qui existent entre les roches dont je viens de décrire les caractères minéralogiques et zoologiques.

La circonstance qu'il importe avant tout de signa-

ler est l'inclinaison considérable, ou plutôt la disposition tourmentée qu'affectent en général les roches de la formation carbonifère. Sous ce rapport, les variations les plus brusques et les plus répétées, depuis l'horizontalité jusqu'à la situation verticale, frappent à chaque instant l'œil de l'observateur; mais les localités dans lesquelles l'inclinaison est très-prononcée sont plus nombreuses et plus étendues que celles où les roches affectent une disposition peu inclinée ou horizontale. Il n'est pas rare d'observer, dans l'intervalle d'une centaine de mètres, la même couche se repliant plusieurs fois sur elle-même et présentant des pentes vers des directions opposées, avec des passages par l'horizontale ou par la verticale Quant aux localités en petit nombre, où les escarpements semblent indiquer une disposition régulièrement horizontale, nous avons eu plusieurs occasions de constater que cette régularité n'était qu'apparente : les sondages et les études topographiques qui ont été plus particulièrement dirigés dans les districts carbonifères où les couches semblaient affecter cette disposition, y ont ordinairement démontré l'existence de failles et d'accidents compliqués qu'un examen purement géologique n'aurait pu faire soupçonner. Je pense donc être en droit de conclure de l'ensemble de nos observations que les couches de la formation du Donetz sont encore plus tourmentées et moins régulièrement ridées que la plupart des formations contemporaines de l'Europe occidentale.

Les couches carbonifères plus ou moins inclinées sont orientées suivant une multitude de directions : et à cet égard j'ai parfois constaté dans une localité très-circonscrite les dispositions les plus opposées. Il faut reconnaître toutefois que les variations de direction sont incomparablement moins fréquentes et moins brusques que celles que je viens de signaler dans l'inclinaison. Il existe même plusieurs districts fort étendus dans lesquels les couches présentent, même avec une faible inclinaison, une direction absolument constante. A cet égard, la chaîne du Donetz rentre donc dans la loi générale, qui, au milieu de beaucoup d'exceptions locales, peut toujours être observée dans les formations de sédiment à couches redressées.

L'étude attentive de la stratification est toujours d'une haute importance, sous le rapport géologique ; mais cette étude acquiert un nouveau degré d'intérêt dans une formation qui, comme celle du Donetz, renferme de nombreuses couches exploitables : j'ai pensé en conséquence qu'il convenait de consigner sur la carte géologique (pl. Ire) un résumé des milliers d'observations que nous avons été dans le cas de faire dans toutes les parties de la formation carbonifère. A cet effet, je me suis servi d'une notation simple dont j'ai déjà fait usage il y a quelques années, en publiant la carte géologique de l'Estramadure espagnole. Sur chaque point où la stratification a été étudiée, j'ai tiré un trait qui représente exactement la direction des roches en cette localité ; une petite flèche,

tracée au milieu et sur l'un des côtés de cette ligne, sert à la fois à préciser le point où l'observation a été faite, et à indiquer le sens suivant lequel la couche observée plonge au-dessous de la surface du sol. Il n'aurait pas été possible de figurer sur la carte tous les détails que nous avons été dans le cas de constater : j'ai en général extrait de mes notes de voyage, et de celles de M. Malinvaud, les observations où la direction était le mieux caractérisée ; quant aux localités assez nombreuses où la direction et l'inclinaison varient d'une manière prononcée dans des points fort rapprochés, et souvent dans le même escarpement, j'ai reproduit, suivant les circonstances, tantôt la direction et l'inclinaison moyennes, tantôt la direction et l'inclinaison dominantes. Les soins que j'ai donnés à cette partie de la carte me dispensent d'entrer ici dans des détails qui auraient absorbé, au détriment des autres sujets que j'ai à traiter, une grande partie de ce volume : j'espère que le lecteur y trouvera tous les renseignements désirables touchant cet élément essentiel de la constitution géologique de la chaîne carbonifère. Je puis donc me borner ici à indiquer les principa'es conclusions qui se déduisent de l'ensemble des faits observés.

On peut dire, dans une vue générale de la contrée, que les roches de la formation carbonifère sont dirigées de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est : les trois quarts au moins des observations que nous avons faites indiquent des directions comprises entre N. 60° O. et N. 80° O; il existe même, ainsi que je

l'ai déjà indiqué, des districts fort étendus dans lesquels l'une des directions comprises entre ces limites se reproduit avec une constance remarquable. Vers la limite septentrionale de la formation cristalline du Kalmious, sur les rives des deux Volnovakha, les masses puissantes de calcaires compactes et d'arkoses que j ai précédemment décrites, affectent ordinairement la direction N. 65° O.. et ne dévient guère que de quelques degrés au delà ou en deçà de ce terme moyen. Cette constance de direction est d'autant plus remarquable que les roches n'ont qu'une très-faible pente vers le nord : ordinairement 4 à 6°; très-rarement 12°.

Une régularité analogue, avec une direction à peu près semblable, se retrouve à l'angle opposé de la formation carbonifère, c'est-à-dire à l'est, dans la vallée de la Bouistraïa, près des limites suivant lesquelles la formation carbonifère plonge sous les couches crétacées. Les puissantes masses de calcaires et les psammites subordonnés qui abondent dans cette vallée, y affectent très-constamment la direction N. 75 à 80° O. avec une inclinaison vers le nord de 2 à 6°. Ces strates calcaires, qui forment dans le haut de la vallée des escarpements verticaux ayant jusqu'à 40 mètres de hauteur, présentent en outre dans les points nombreux où elles affleurent, soit près de la rivière, soit au milieu des plateaux, une particularité qui pourrait induire en erreur si on n'y apportait une attention suffisante. Les plans de stratification ne sont ordinairement indiqués que par des fissures peu

prononcées : on y remarque au contraire de nombreuses et larges fissures qui, pour la plupart, sont perpendiculaires aux plans de stratification, et qui coupent presque toujours ces plans suivant des lignes horizontales. Si on n'était averti de cette circonstance, on pourrait souvent se tromper de 90°, sur l'inclinaison des masses calcaires qu'on voit çà et là affleurer en petites masses au milieu des plateaux : on pourrait regarder comme plongeant au sud, dans une position presque verticale, des roches qui, suivant le cas le plus général dans ce district, sont presque horizontales et plongent seulement de quelques degrés vers le nord.

Dans la partie de la formation comprise entre ces deux points extrêmes, et particulièrement dans les bassins hydrographiques du Mious et de la Krinka, on voit encore se reproduire, sur de très-grandes étendues, une direction intermédiaire entre celles que je viens d'indiquer, et qui ne varie guère que de N. 68° à N. 75° O. Mais, dans toute cette partie de la chaîne, l'inclinaison est ordinairement très-considérable et présente, même pour des points très-rapprochés, les variations les plus prononcées. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces variations peuvent être observées non-seulement lorsqu'on traverse la succession des couches perpendiculairement à leur direction, mais encore lorsqu'on suit, dans le sens de cette direction, l'affleurement d'une même couche. Ainsi on ne donnerait pas une idée exacte de la disposition habituelle des couches en les

comparant à de longs cylindres qui seraient engendrés par une ligne horizontale glissant sur une courbe directrice, ayant la forme la plus compliquée et présentant des points nombreux de rebroussement; il faudrait admettre encore que ces cylindres sont, pour ainsi dire, coupés en petits tronçons par des failles perpendiculaires à leurs arêtes; de telle sorte qu'en cheminant suivant la direction constante de ces arêtes, on ne trouve souvent, entre deux éléments cylindriques contigus, aucune analogie, ni dans la nature minéralogique, ni dans l'inclinaison des roches.

La constance de direction que je viens de signaler dans la partie méridionale de la formation ne semble pas se manifester au même degré à mesure qu'on s'avance vers le nord-ouest : on remarque aussi que dans cette dernière région les roches tendent à se rapprocher davantage de la direction nord-sud. Ainsi, la longue bande d'affleurements houillers qui accompagne, avec une régularité si remarquable, le cours du Krivoï-Toretz, depuis le ravin de Gélieznoé jusqu'à l'embouchure du ravin Kalinovoï, offre déjà pour direction moyenne N. 59° O. En descendant la même vallée, on observe plusieurs fois, par exemple près de Toretzkaïa et de Droujkovka, la direction N. 45° O.; enfin, aux houillères de Pétrovskaïa, à l'ouest d'Izioum, point le plus septentrional où nous ayons observé la formation carbonifère, les couches très-inclinées de cette formation présentent moyennement la direction N. 5° O. Le promontoire de Privolnoé, qui forme un des points extrêmes de la limite nord de la

chaîne, présente aussi, au milieu de nombreuses variations, des directions très-rapprochées de la ligne nord-sud.

La contrée adjacente à la rive droite du Donetz, comprenant les bassins hydrographiques de la Lougane et de la Kamenka, et les nombreux ravins débouchant dans le Donetz entre Podgornoï et Diadine, offre, dans toute son étendue, les traces de dislocations très-compliquées ; on remarque néanmoins que les couches, dans tous les points où elles sont fortement inclinées, affectent ordinairement des directions assez rapprochées de la ligne est et ouest, et que celles de ces couches qui s'écartent beaucoup de cette direction moyenne n'ont en général qu'une légère inclinaison, et par conséquent une direction peu prononcée. On aperçoit clairement que la faible inclinaison observée dans ces localités exceptionnelles n'est pas, comme dans la partie méridionale de la formation, le résultat d'une cause qui a agi régulièrement sur une grande étendue : ce n'est qu'un accident produit par des forces complexes qui se sont mutuellement neutralisées, et dont la résultante, si l'on peut s'exprimer ainsi, est d'autant moins accusée que les roches ont conservé une moindre inclinaison.

L'un des problèmes que je me proposais surtout de résoudre en étudiant d'une manière aussi spéciale les caractères minéralogiques, et ceux de la stratification des roches, était de tracer sur la carte diverses zones correspondant aux divers dépôts successifs qu'on

pouvait s'attendre à découvrir dans la formation carbonifère. Un pareil tracé aurait eu en lui-même une grande importance géologique : il aurait été surtout d'un grand secours pour la classification méthodique des couches de charbon de terre qui affleurent au jour dans toute la chaîne, ou qui ont été découvertes par nos sondages. Toutefois plusieurs difficultés n'ont pas permis d'atteindre ce résultat.

Le principal obstacle résulte de ce que la formation du Donetz, différant en cela des grandes formations secondaires de France et d'Allemagne, ne présente pas de couches qui, conservant partout les mêmes caractères minéralogiques et zoologiques, soient propres à jouer le rôle d'horizon géognostique. J'avais d'abord espéré trouver cet horizon dans les puissants massifs de roches calcaires qui abondent en quelques parties de la formation : en voyant, par exemple, les calcaires immédiatement superposés aux pegmatites de la Volnovakha, plonger vers le nord sous les dépôts de psammites qui paraissent composer toute la partie centrale de la chaîne, j'avais été conduit à la pensée que ces calcaires constituaient la base de la formation carbonifère, et que les vallées creusées dans cette région centrale montreraient de nouveau ces roches affleurant au-dessous des psammites. Il n'en a point été ainsi ; les calcaires, qui sont d'ailleurs assez rares dans la contrée comprise entre l'embouchure du Donetz et la source du Kalmious, n'offrent aucune analogie avec ces grands massifs, et ne sont que de simples couches subordonnées aux psammites. On retrouve,

à la vérité, comme je l'ai déjà indiqué, une importante formation calcaire à l'est de la chaîne carbonifère dans la vallée de la Bouistraïa ; mais ses relations avec les psammites sont précisément l'inverse de ce qu'on observe pour les calcaires de la Volnovakha. Autant qu'on en peut juger en étudiant la surface du sol, il semble que les calcaires de la Bouistraïa sont supérieurs au grand massif psammitique qui occupe le centre de la chaîne, et dont le Donetz met à nu, près d'Ekaterinenskaïa, sur une hauteur d'environ 90 mètres, les couches légèrement inclinées vers le nord-nord-est.

Il est cependant digne de remarque que les calcaires sont beaucoup plus abondants le long de la limite nord-est de la chaîne qu'ils ne le sont au centre de la formation. On en retrouve des masses assez considérables dans la plupart des points où les roches carbonifères plongent sous les masses crétacées qui accompagnent le cours du Donetz : notamment près de Diadine et d'Oust-Doubovskoï ; sous les mamelons de craie qui se voient sur la rive droite de la Gloubokaïa; près de Podgornoï, où des calcaires forment quelquefois le toit des couches de houille; près d'Ouspenskoé, où des masses très-puissantes de calcaire blanc compacte se montrent entre les affleurements des couches de houille exploitées en cette localité et la ligne de mamelons crayeux qui barrent en ce point la vallée de l'Olkhovaïa ; à Biéloé, sur la Biélaïa ; dans la vallée de la haute Biélinka, qui débouche dans le Donetz à Verkhnié; enfin près de Tiérentiéva, à quel-

ques kilomètres au sud de Licitchia-Balka, où l'on observe beaucoup de calcaire blanc-jaunâtre compacte, semblable à celui d'Ouspenskoé.

Toutes ces masses calcaires paraissent reposer sur les psammites et plonger sous le terrain crétacé; elles sont d'ailleurs assez multipliées dans cette partie de la formation pour qu'on puisse en conclure qu'il existe entre elles une certaine continuité. Il semble donc que la grande masse psammitique qui constitue principalement la formation carbonifère est comprise entre deux masses calcaires qui formeraient les étages extrêmes de cette formation : l'un inférieur reposant immédiatement sur les pegmatites, l'autre supérieur servant de base aux dépôts crétacés. En supposant toutefois que cette hypothèse fût reconnue exacte, on n'en serait guère plus avancé pour la classification des gîtes carbonifères, puisque ces deux bandes calcaires ne forment que d'étroites lisières aux deux extrémités de la formation, et n'établissent par conséquent aucune démarcation dans la partie centrale qui recèle les couches de combustible.

J'ai vainement cherché à établir des horizons dans cette partie centrale au moyen des schistes et des couches calcaires subordonnées aux psammites. Toutes mes observations m'ont démontré qu'aucune assise du terrain carbonifère ne pourrait remplir ce rôle, ou, en d'autres termes, que les diverses couches dont la contemporanéité se trouve démontrée par la continuité de la stratification sont loin de présenter dans toute leur étendue, et souvent même en des

points peu éloignés. identité ou même analogie dans leur composition minéralogique. La variation des caractères minéralogiques dans les psammites, et surtout dans les roches subordonnées, paraît être même l'une des circonstances caractéristiques de la formation du Donetz. C'est ce qu'il est facile de constater dans toutes les localités où l'on peut suivre sur une certaine étendue l'affleurement d'un même système de couches : on voit alors les trois classes de roches de cette formation prendre les caractères les plus opposés, et passer les unes aux autres, soit brusquement, soit par une série de nuances insensibles. C'est ainsi, par exemple, qu'on voit souvent les psammites à gros grains, à pâte de kaolin, devenir des psammites micacés à grains fins, et même de véritables schistes argileux ; les calcaires, plus persistants en général que les schistes, passent eux-mêmes par toutes les dégradations imaginables aux schistes et aux psammites.

Au reste, lors même que les roches contemporaines présenteraient une identité de composition qui n'existe pas dans la chaîne du Donetz, on trouverait encore de grands obstacles à déterminer la loi de succession de ces roches. Les principales difficultés résulteraient, d'une part, de l'existence de ces nombreuses failles que j'ai précédemment signalées ; et, de l'autre, de ce que l'on ne peut, en général, observer le terrain carbonifère que dans des ravins et des vallées fort éloignés les uns des autres : les vastes plateaux herbacés qui séparent ces dépressions hydrographiques ne permettraient donc pas de suivre les

traces de continuité, lors même qu'elles ne se trouveraient pas dissimulées par l'hétérogénéité des roches, ou détruites par les révolutions qui ont agi sur elles.

Je doute qu'une étude plus attentive de la distribution des corps organisés fossiles pût fournir sur cette question les lumières qu'on ne peut trouver dans l'étude minéralogique des roches. D'une part, en effet, j'ai observé les fossiles les plus caractéristiques de la formation carbonifère dans toutes les parties de la chaîne du Donetz : ainsi le *Producta antiquata*, le *Producta scabricula*, le *Producta concinna*, le *Spirifer mosquensis*, le *Spirifer glaber*, les *encrinites* se rencontrent à la fois dans les calcaires inférieurs de la Volnovakha ; dans le centre des masses psammitiques, depuis le Kalmious jusqu'à l'embouchure du Donetz; et enfin dans toute l'étendue de la bande calcaire supérieure qui se prolonge de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, depuis Licitchia-Balka jusqu'à la vallée de la Bouistraïa. J'ai cru remarquer, d'un autre côté, que quelques espèces moins dominantes, qui abondent dans un certain système de couches, manquent complétement ou sont remplacées presque exclusivement par d'autres espèces dans le prolongement immédiat de ces couches; en sorte que, selon toute apparence, les restes organiques ont été distribués dans cet ensemble de dépôts aussi inégalement que les éléments minéralogiques.

En démontrant comme je viens de le faire l'impossibilité ou du moins l'extrême difficulté d'établir

des subdivisions tranchées dans les couches anciennes de sédiment à strates redressées qui constituent essentiellement les plateaux élevés du Donetz, j'ai prouvé, à plus forte raison, qu'on ne pouvait rattacher aux périodes de transition aucune partie de cette même formation. Je ne pense pas qu'il convienne de réfuter plus spécialement les assertions qui ont été émises à cet égard, et à l'appui desquelles on n'a présenté aucune raison solide; il est même à remarquer que plusieurs considérations d'après lesquelles on a prétendu rattacher la grande formation du Donetz aux terrains de transition, doivent précisément être invoquées pour établir une conclusion différente. En effet, on a indiqué, sans citer d'ailleurs une seule espèce, une analogie entre les corps organisés du Donetz et ceux du terrain de transition de Normandie et de Bretagne; or j'ai prouvé précédemment, en citant les espèces caractéristiques de la formation du Donetz, que cette analogie n'existe pas. En second lieu, en se fondant sur la loi de parallélisme signalée par M. Élie de Beaumont, on a trouvé un second motif d'assimilation dans cette remarque : que les roches anciennes stratifiées de Bretagne, de même que celles du Donetz, coupent le méridien astronomique sous l'angle de 75°; mais, en raisonnant ainsi, on n'a pas tenu compte de l'angle considérable, 35° environ, que forment entre eux les méridiens de la Bretagne et du Donetz : ce rapprochement ne repose donc que sur une erreur de géométrie. Des couches, qui, dans le système du Donetz, seraient parallèles aux strates

de transition coupant le méridien de Rennes sous un angle de 75°, rencontreraient le méridien de Novo-Tcherkask sous l'angle de 47° environ. Les faits et la loi géologique qu'on a invoqués pour assimiler la formation carbonifère du Donetz aux terrains de transition de Bretagne fournissent donc de nouveaux motifs pour rattacher ces deux groupes de dépôts à des périodes géologiques essentiellement différentes.

On signale et l'on exploite depuis longtemps dans la chaîne du Donetz des gîtes importants de combustibles minéraux. Ces dépôts précieux, dont l'étude spéciale était le but de notre voyage, ne se présentent que dans la formation carbonifère : on les rencontre dans presque toutes les parties de cette formation en couches d'inégale épaisseur, subordonnées aux grandes masses minérales que je viens de décrire, et par conséquent avec les dispositions si variées que j'ai indiquées pour ces dernières. Pour ne point scinder la question principale que je me propose de traiter, je crois devoir renvoyer à un chapitre spécial (voir chapitre III) la description des gîtes nombreux de combustible que nous avons été dans le cas d'étudier ; j'y indiquerai également la nature et le gisement des minerais de fer disséminés, soit dans la formation carbonifère, soit dans les formations plus récentes.

Pour compléter cette description géologique de la chaîne du Donetz dans la mesure qui convient à l'objet spécial que j'ai en vue, il me reste encore à présenter une esquisse rapide des terrains dont le dépôt

a suivi la période carbonifère, et qui ont recouvert en partie les roches de cette dernière formation.

Art. 3. — *Formation des marnes de Bakhmouth.*

J'ai plusieurs fois indiqué incidemment que, sur tous les points de la limite nord-est de la formation carbonifère, on voit distinctement les roches de cette formation plonger sous des couches de sédiment d'origine plus récente; que la limite commune de ces deux formations, située tantôt en deçà, tantôt au delà du Donetz, ne s'écarte jamais beaucoup de cette rivière, et que parfois même elle coïncide exactement avec son cours. Je prouverai plus loin que ces formations récentes se rattachent par l'ensemble de leurs caractères minéralogiques et zoologiques au groupe crétacé, tel qu'il existe dans le nord de l'Europe depuis les falaises de la Manche jusqu'en Pologne.

Il existe toutefois, au nord-ouest de la chaîne, un district fort remarquable par l'ensemble de ses caractères géologiques et minéralogiques, dans lequel on observe, entre la formation carbonifère et la formation crétacée, de puissants dépôts d'une nature exceptionnelle, qui n'ont été retrouvés dans la même situation en aucun autre point de la ligne du Donetz. Ces derniers sont signalés sur la carte géologique par une couleur spéciale; ils dessinent exactement le bassin hydrographique de la Bakhmouth, et paraissent former la base du sol dans le plateau qui s'étend entre cette rivière et le Krivoï-Toretz. Les caractères que je vais

décrire établissent que ces dépôts sont intercalés entre la formation carbonifère et la formation crétacée, et qu'ils sont parfaitement distincts de l'une et de l'autre. J'exposerai d'ailleurs dans le paragraphe suivant les considérations qui me portent à les rapporter à la partie supérieure des dépôts que M. de la Bèche a réunis dans son groupe du grès rouge.

La roche dominante dans la formation de Bakhmouth est une marne argileuse, souvent fissile, passant très-souvent à l'argile schisteuse, dont la couleur caractéristique est le rouge lie de vin ; elle affecte en outre accidentellement une foule de couleurs différentes, parmi lesquelles on doit surtout signaler les nuances grises et vertes. La roche est ordinairement à pâte fine et même très–douce au toucher; souvent elle est à peu près dénuée de ténacité; parfois enfin elle passe par des nuances insensibles à des roches dures, de natures assez variées, qui lui sont très-fréquemment subordonnées. On n'y a jamais rencontré d'empreinte bien distincte de corps organisés. Il n'est pas rare de rencontrer des escarpements de 20 à 30 mètres d'épaisseur, exclusivement formés de ces marnes rouges, qui présentent à peine quelques variations dans leurs caractères minéralogiques.

Le gypse est encore un des principaux éléments de cette formation. Il s'y présente ordinairement en masses compactes, grenues, de couleur blanche, grise ou verdâtre ; ces masses, sans stratification apparente, sont divisées irrégulièrement par de grandes fis-

sures, dans lesquelles pénètrent les argiles rouges, vertes ou grises qui forment leur gisement habituel. D'autres fois les amas gypseux, considérés en petit, offrent des traces évidentes de stratification; mais celles-ci persistent rarement sur une étendue un peu considérable. Souvent le gypse passe de la structure grenue à la structure saccharoïde; quelquefois même on y rencontre des noyaux considérables entièrement formés de très-beaux cristaux diaphanes, incolores, avec un éclat nacré. Le gypse forme des couches épaisses, ou plutôt des amas aplatis qui se prolongent régulièrement, sur des étendues de plusieurs kilomètres, parallèlement à la stratification des marnes. Ordinairement une couche épaisse de plusieurs mètres affleure au milieu des marnes; quelquefois on compte jusqu'à trois couches successives dont l'épaisseur totale atteint 10 à 12 mètres.

Le calcaire est la roche qui accompagne le plus ordinairement les marnes rouges; il s'y présente presque toujours en couches subordonnées de faible épaisseur, et dont les caractères minéralogiques sont assez variables. Tantôt c'est un calcaire grenu, compacte, coquillier, de couleur grise, dont la pâte est, pour ainsi dire, pétrie de petites coquilles; souvent ces dernières se manifestent seulement par leur moule extérieur, en sorte que la roche qui les contient se montre criblée de petites cavités. Les espèces sont assez distinctes dans plusieurs échantillons de notre collection; malheureusement leurs noms spécifiques n'ont pu être déterminés par plusieurs sa-

vants aux lumières desquels j'ai eu recours. Ailleurs c'est un calcaire très-compacte, de teinte rose ou jaunâtre, pénétré de filets de chaux carbonatée, lamellaire, diaphane, incolore; plus rarement enfin, c'est un calcaire esquilleux, de couleur grise, qu'il serait difficile de distinguer minéralogiquement de certaines variétés appartenant au terrain carbonifère.

Les calcaires qui accompagnent les marnes rouges de la formation de Bakhmouth sont quelquefois très-magnésiens : tel est le cas de la plupart des couches calcaires superposées aux marnes rouges et aux gypses dans la partie supérieure de la vallée de Bakhmouth. Cette composition particulière ne paraît être en connexion avec aucun phénomène igné. Les calcaires magnésiens sont compactes, grenus, souvent criblés de cavités et remplis de débris de coquilles. Les nombreux échantillons que j'ai soumis à l'analyse contiennent tous une proportion de magnésie moindre que celle qui correspond à la dolomie CaC^2+MgC^2. L'échantillon où l'analyse a indiqué la plus forte proportion de cette terre alcaline provient des environs d'Ivanovka, entre Zaïtzova et Bakhmouth; il est caractérisé par les propriétés que je viens d'indiquer, et par la composition suivante :

		Oxygène.		Rapport
Chaux.	0,303	0,085	0,159	1
Magnésie.	0,192	0,074		
Oxyde de fer.	trace.			
Acide carbonique, trace d'eau.	0,460		0,332	2
Sable argileux.	0,038			
Total.	0,993			

Les calcaires magnésiens coquilliers de Toretzkaïa, que j'ai décrits dans l'article précédent parce qu'ils paraissent être associés à des roches carbonifères, présentent une grande analogie avec ceux dont je viens de rapporter l'analyse; peut-être un examen plus approfondi démontrera-t-il que les uns et les autres appartiennent à la même époque géologique. Dans le but d'appeler sur ce sujet l'attention des observateurs, j'ai indiqué près de Toretzkaïa, sur la carte géologique, un affleurement de la formation de Bakhmouth.

Il s'en faut de beaucoup, au reste, que tous les calcaires subordonnés aux marnes rouges soient magnésiens; plusieurs variétés qui ne se distinguent guère du précédent par leurs caractères minéralogiques ne renferment pas une seule trace de magnésie. Ainsi, par exemple, un calcaire compacte, grenu, intercalé en couches très-minces au milieu d'une puissante masse de marnes, et au-dessous d'amas gypseux, à un demi-kilomètre de Lioubimovka, sur le flanc droit du ravin Soukhaïa-Plotva, a donné à l'analyse :

		Oxygène.	Rapport.
Chaux.	0,529 . .	0,150 . .	1
Magnésie (pas de traces). . .	» . . .	»	
Acide carbonique, trace d'eau.	0,441 .	0,321 .	2
Argile.	0,030 . .	»	
Total.	1,000		

Les grès sont plus rares que les calcaires, mais ils se rencontrent cependant assez souvent en petites couches subordonnées aux marnes rouges. Ils sont ordi-

nairement formés de grains quartzeux de diverses nuances, empâtés par un ciment calcaire de couleur blanche; l'une des variétés les plus communes est un grès, à très-petits grains de quartz rose. Ordinairement les grès se distinguent, par leurs caractères minéralogiques, des psammites du terrain carbonifère. Parmi les variétés qui diffèrent le moins de ces derniers, je signalerai un grès schisteux micacé, à grains très-fins, de couleur lie de vin, intercalé en couches minces au milieu de marnes argileuses de même couleur, sur la rivière Plotva, à 5 kilomètres au-dessus de Pokrovskoé : ce grès est cependant imprégné de calcaire comme tous ceux de cette formation; il fond au chalumeau en verre noirâtre, et paraît devoir en partie cette propriété à l'oxyde rouge de fer qui le colore.

Çà et là, et particulièrement dans le bassin de la Plotva, on observe, en couches subordonnées aux marnes argileuses, des grès à gros grains, et même des conglomérats ordinairement formés de fragments quartzeux et rarement de fragments calcaires.

Outre les roches que je viens de décrire, cette formation paraît renfermer des dépôts de sel gemme qui, en raison de leur solubilité, ne se montrent jamais dans les affleurements; mais l'existence de ce minéral dans la formation gypseuse est prouvée par des extractions considérables de sel qui ont eu lieu autrefois près de Bakhmouth et de Slaviansk. Les eaux salées étaient extraites de puits peu profonds, et traitées par évaporation. D'après les renseignements qui

m'ont été donnés à Bakhmouth, il faudrait attribuer l'abandon de cette industrie, en partie à l'épuisement des bois dans la région environnante, et surtout à la concurrence des salines de Crimée que favorise le bas prix des transports.

Ainsi que je l'ai déjà dit, la formation de Bakhmouth peut être considérée comme essentiellement composée de marnes argileuses : quelquefois des escarpements de 20 à 30 mètres en sont exclusivement formés ; ordinairement on y observe plusieurs couches subordonnées des autres roches précédemment décrites. Tout le système est incliné de 3 ou 4° vers le nord, c'est-à-dire que les couches plongent dans le sens où coulent les eaux de la rivière Bakhmouth.

Dans la partie supérieure de la vallée de Bakhmouth, où la formation gypso-salifère repose immédiatement sur le terrain carbonifère, de grands escarpements de marnes offrent du gypse à leur base, et, à leur sommet, du calcaire magnésien. A la hauteur de Bakhmouth, les gypses forment deux couches considérables à la partie inférieure des marnes. Au-dessous de la même ville, les gypses deviennent moins abondants, et disparaissent peu à peu ; en revanche, on voit affleurer, à la partie supérieure des escarpements de marnes argileuses, de fréquentes alternances de grès et de calcaires. A mesure qu'on descend la vallée, on observe une proportion croissante de grès et de calcaires, sans que cependant les marnes argileuses cessent d'être dominantes ; enfin à l'em-

bouchure de la même vallée, on voit souvent, dans la formation gypso-salifère, des couches de grès épaisses de 3 mètres, et des couches de calcaire dont l'épaisseur atteint 6 mètres.

Les coupes suivantes, observées en divers points où la formation gypso-salifère se montre le mieux à découvert, indiqueront d'une manière plus précise encore la disposition relative de ces diverses roches.

Dans la partie supérieure de la vallée de la Bakhmouth, à 4 kilomètres au-dessous de Zaïtzova, dans un petit ravin qui débouche dans la rive gauche et à 500 mètres environ de cette rivière, on observe la coupe suivante; j'y ai énuméré les roches, de même que dans les coupes qui seront décrites plus loin, dans l'ordre même où elles sont superposées, en commençant par les couches supérieures :

Calcaire caverneux, coquillier, jaunâtre, grenu, compacte, très-chargé de magnésie, et sur lequel a été faite l'analyse rapportée précédemment : il affleure à la crête supérieure du plateau sur une épaisseur d'environ.	3 m.	00
Marnes argileuses, rouges ou bigarrées, avec blocs de gypse disséminés çà et là.	30	00
Gypse compacte et subsaccharoïde, à cassure esquilleuse, blanc, assez dur, affleurant au bas des collines, exploité sur une assez grande étendue.	6	00
Total.	39 m.	00

Toutes ces couches paraissent avoir été notablement disloquées : dans les points où elles sont le

plus inclinées, elles ont pour direction N. 70° O; et pour inclinaison, 4° N.

Dans la même vallée, près de Bakhmouth, on observe, sur les collines qui bordent le flanc droit de la rivière, la coupe suivante :

Argiles rouges et vertes, avec fragments de gypse, et petits cailloux roulés de silex noir dont le volume n'excède pas celui d'une grosse noix; formant la surface des plateaux, avec une épaisseur difficile à évaluer, mais qui n'est pas inférieure à.	8	m.	00
Argile verte, compacte, avec petits filets de gypse fibreux. .	0		40
Argile rouge, contenant de gros blocs de gypse	1		50
Argile verte.	0		60
Gypse grenu et saccharoïde, blanc ou rose, en masses non stratifiées, mais présentant des fissures irrégulières remplies d'argile rouge.	7		00
Marnes argileuses, rouges, avec fragments de calcaire et fissures remplies de sable vert argileux; par aperçu	5		00
Marnes argileuses ou très-peu calcaires, d'un beau blanc, ayant toujours la consistance argileuse.	1		00
Gypse blanc, grenu et subsaccharoïde, à cassure esquilleuse, affleurant au bas de la colline.	4		00
Total	27	m.	50

La direction de ce système est N. 80° O; l'inclinaison, 4° vers le nord.

Le terrain de marnes argileuses est très-développé sur les deux rives de la Plotva, au-dessus de Pokrovskoé; et les escarpements y atteignent souvent une hauteur de 50 mètres. Quelquefois les marnes sont exemptes de tout mélange d'autres roches : on voit seulement au bas des escarpements beaucoup de fragments de calcaire compacte, qui paraissent provenir

de la rupture de couches minces subordonnées aux marnes. Ailleurs on voit en place des calcaires et des grès au milieu des marnes : la coupe suivante rappelle cette manière d'être de la formation marneuse ; elle a été prise sur le flanc droit de la rivière Plotva, à 1 kilomètre de Pokrovskoé :

Marnes argileuses, rouges, sans mélange d'autres roches, formant le sommet des escarpements ; leur épaisseur peut être estimée par aperçu à	8 m	00
Grès rouge, fissile.	0	60
Marnes argileuses, rouges.	0	40
Grès jaunâtre, fissile, a feuillets minces.	0	70
Marnes argileuses, rouges.	0	50
Grès jaunâtre	0	80
Marnes argileuses, rouges.	0	50
Grès jaunâtre, à grains de grosseur moyenne, fissile. . . .	0	70
Marnes argileuses, rouges.	1	80
Grès jaunâtre et rougeâtre, à gros grains, peu consistant, fissile.	4	00
Grès à gros grains, avec rognons de quartz, de calcaire grisâtre et de silex noir.	1	00
Grès jaunâtre, à grains moyens, fissile, avec lits subordonnés d'argile rouge.	2	00
Marnes argileuses, vertes, compactes.	0	30
Grès jaunâtre, à grains moyens, parfois à gros grains, avec indices de corps organisés.	2	50
Marnes argileuses, rouges, absolument exemptes de roches étrangères.	25	00
Calcaire gris-jaunâtre, compacte, dur, à cassure esquilleuse, affleurant, sur une faible épaisseur, à la base de l'escarpement.	0	50
Total.	49 m.	30

Ces couches ont encore pour direction N. 80° O.; elles inclinent vers le nord de 2 à 4°.

La formation des marnes de Bakhmouth doit donc être considérée dans son ensemble comme composée de strates presque horizontales : très-rarement l'inclinaison des couches dépasse 5 à 6°. Il existe cependant çà et là quelques localités toujours très-circonscrites, dans lesquelles l'inclinaison devient beaucoup plus considérable. Tel est le cas des escarpements qu'on observe à 4 kilomètres au sud de Sérébrianka, dans le premier ravin qu'on rencontre sur le flanc gauche de la Bakhmouth, en remontant cette rivière à partir de son embouchure. Les masses considérables de marnes argileuses, rouges et vertes, avec calcaires et grès subordonnés qui affleurent sur le flanc droit de ce ravin (voir la carte géologique), présentent une inclinaison qui atteint jusqu'à 30°.

Il résulte des faits qui viennent d'être exposés, que les marnes de Bakhmouth se distinguent de la formation carbonifère par tous les caractères qui, dans l'état actuel de la science, servent à comparer les diverses périodes géologiques. La composition minéralogique des deux systèmes de dépôts est essentiellement différente : les marnes de Bakhmouth reposent en couches presque toujours horizontales ou peu inclinées sur la tranche des strates très-inclinées du terrain carbonifère. Enfin, quoique les fossiles du terrain de Bakhmouth n'aient point été déterminés avec la précision qu'exigerait la citation des espèces, il ne peut

exister aucun doute sur la dissemblance absolue qui existe entre les espèces des deux formations.

Après avoir décrit les formations crétacées, j'insisterai également sur les différences caractéristiques qui existent entre elles et la formation des marnes de Bakhmouth.

ART. 4 et 5. — *Formations crétacées.*

Le groupe crétacé est parfaitement caractérisé le long des rives du Donetz inférieur; il offre même sous plusieurs rapports une identité frappante avec les formations contemporaines situées sur le littoral de la Manche, et que la direction des premières études géologiques nous a habitués à regarder comme classiques.

La roche la plus caractéristique de la formation crétacée du Donetz, celle qui conserve en grandes masses les caractères les plus constants, est la craie proprement dite, friable, d'une belle couleur blanche, et que je ne puis mieux décrire qu'en l'assimilant en tout point à la roche de Meudon. Elle se présente en abondance et avec une très-grande épaisseur sur la rive droite du Donetz, dans la vallée de la haute Biélinka, près du village de Verkhnié: on la peut observer encore au sommet de la falaise qui borde la rive droite du Donetz, depuis ce village jusqu'à Podgornoï; on la retrouve plus loin vers l'est-sud-est, sur la rive gauche du Donetz, tantôt sur le bord

même du fleuve, tantôt sur les hauteurs qu'on rencontre dans la steppe, et par exemple au sommet des mamelons qui bordent la rive droite de la Gloubokaïa, à 10 kilomètres au nord de Kamenskaïa. La même roche affleure encore, soit au nord-ouest de Privolnoé jusqu'au-dessus d'Izioum, soit au midi de la chaîne carbonifère, entre la Grouchevka et le Kalmious.

Dans toutes ces localités la craie conserve les mêmes caractères; mais elle passe aussi par des nuances graduelles aux marnes qui lui sont associées : dans ces passages, la craie perd peu à peu sa blancheur pour prendre une teinte grisâtre : elle devient ordinairement plus fissile et acquiert en même temps plus de dureté. On remarque en général que, dans les escarpements et dans les collines où ces dégradations sont sensibles, les sommets sont formés des types de craie les mieux prononcés.

Les marnes calcaires sont plus abondantes que la craie proprement dite dans la formation crétacée : leurs couches sont tantôt minces, tantôt épaisses; quelquefois les plans de stratification deviennent tout à fait indistincts. La cassure est ordinairement grenue : elle devient compacte dans le cas assez fréquent où la roche est pénétrée par un ciment siliceux. Ces marnes forment rarement une roche homogène : elles contiennent assez souvent des paillettes de mica et offrent même parfois quelque ressemblance avec certains psammites à grains fins.

Les marnes calcaires crétacées paraissent être tan-

tôt parallèles, tantôt inférieures à la craie blanche; elles sont rares dans le voisinage des grandes masses de craie de Verkhnié. Mais on les observe en plus grande proportion à mesure que l'on avance vers l'extrémité orientale du grand massif crétacé, qui borde la rive droite du Donetz, depuis Verkhnié jusqu'à Podgornoï. Il existe encore de grands dépôts de marnes en beaucoup d'autres localités, notamment à Kalitvenskaïa et dans les falaises qui font face à Oust-Bouistrianskaïa; sur la rive droite du Donetz et sur les rivières affluentes entre Izioum et Privolnoé; enfin sur toute la limite méridionale de la formation carbonifère, entre le Donetz et le Kalmious, où les marnes sont parfois associées, comme aux environs de Liçogorskoï, à de la craie blanche contenant, entre autres corps organisés fossiles, l'*Inoceramus Cuvieri*.

La glauconie est encore un des principaux éléments du groupe crétacé: cette roche a pour base un calcaire marneux offrant les diverses propriétés qu'on vient de signaler et contenant en outre une multitude de petits grains, d'un vert très-foncé, tantôt d'une ténuité extrême, tantôt ayant la grosseur d'un pois. La substance verte se fond souvent au chalumeau en un verre noirâtre: dans ce cas, les écailles minces de glauconie siliceuse donnent un émail très-blanc, dans lequel sont enchâssés de petits globules noirs bien fondus, provenant des grains verts chloriteux. Quelquefois au contraire, ces grains sont tout à fait infusibles: on reconnaît alors, en examinant de près les frag-

ments d'un certain volume, qu'ils sont composés de quartz dont la surface est colorée en vert.

La glauconie se montre fréquemment associée aux calcaires marneux, dont elle n'est qu'une variété : les couches des deux roches sont souvent parallèles, de telle sorte que l'une d'elles peut être considérée comme formant des amas au milieu de l'autre : il semble cependant que la glauconie abonde surtout à la partie inférieure des marnes. J'ai en effet observé de grandes masses de cette roche, vers le sud du massif crétacé qui borde la rive droite du Donetz, et particulièrement dans la vallée de la Lougantchik, près de la limite du terrain carbonifère : les beaux escarpements situés dans cette vallée, au sud de Tzerkovnoé, sont presque entièrement composés de glauconie.

La roche dominante de la formation crétacée sur les deux rives du Donetz est sans contredit le sable quartzeux : sous sa forme la plus habituelle, ce sable est composé de quartz blanc, demi-diaphane, à grains très-fins, et sans aucune trace de ciment. C'est tout au plus si quelques couches minces légèrement colorées ou quelques petits lits d'argile dessinent de loin en loin les strates de ce dépôt.

Dans les localités où les sables ne sont pas recouverts par des strates plus consistantes, le pays prend un aspect tout particulier : les ruisseaux, au lieu d'être cachés au fond d'étroites échancrures, dans une steppe herbacée, coulent dans de véritables déserts de sable meuble, presque impraticables pour les hommes et les

chevaux, et qui se raccordent par une longue pente avec le plateau supérieur. De gros blocs de silex qui surgissent çà et là au milieu de ces districts sablonneux y jettent seuls quelque variété. Les caractères minéralogiques de ces blocs indiquent clairement leur origine : beaucoup d'échantillons ne présentent au premier aperçu qu'un silex homogène, à cassure conchoïde, de couleur blanche ou blonde, analogue à ceux qui se trouvent souvent dans la craie; mais en les examinant avec plus d'attention, on voit qu'ils sont formés de grains de quartz empâtés par un ciment siliceux. Cette texture est très-prononcée dans la cassure fraîche de certains échantillons qui constituent les plus beaux grès lustrés que j'aie jamais rencontrés; elle est plus évidente encore à la surface même des blocs. Le ciment siliceux y a été détruit par l'action des agents atmosphériques; et, sur une épaisseur de plusieurs centimètres, la roche ne présente plus qu'un grès friable, très-caverneux, qui reprend par des dégradations insensibles les caractères du grès lustré ou du silex homogène. Les mêmes grès décèlent souvent la présence des sables crétacés dans les localités où ces derniers sont recouverts de végétation. On en voit des indices à peu près continus sur les deux rives du Donetz, depuis la vallée de la Lougantchik jusqu'à Kalitvenskaïa : notamment à Soukhodoltchinskoï; près de Goundorovskaïa; dans la vallée de la Gloubokaïa, etc. On les retrouve encore sur le versant opposé de la chaîne carbonifère dans les collines opposées au village d'Oust-Bouistrianskaïa, etc.

Parmi les localités où la formation sableuse présente de la manière la plus tranchée les caractères que je viens de signaler, je citerai la partie inférieure et surtout le côté gauche de la vallée Kalitvénietz, qui débouche dans la rive gauche du Donetz, près de Kalitvenskaïa. Les nombreuses dunes de sable quartzeux pulvérulent qui se voient souvent sur la même rive, depuis Nijni-Vichkine jusqu'à Kalitvenskaïa, et qui se retrouvent sur la rive opposée près d'Oust-Bouistrianskaïa, appartiennent à la même formation : celle-ci y est ordinairement en place, mais fréquemment aussi les éléments en ont été remaniés par les eaux. Ces sables paraissent se trouver, dans la série des roches crétacées, au niveau des glauconies : ce qu'il y a de certain, c'est que je ne les ai jamais rencontrés au-dessus de la craie blanche ; tandis qu'en plusieurs localités, ils sont très-évidemment recouverts par cette dernière. On voit souvent affleurer dans les escarpements, au niveau des sables, des masses considérables de marnes calcaires, grenues, demi-compactes, çà et là imprégnées de silice ou chargées de mica, qui paraissent former de puissants amas au milieu des nappes de sables. Cette circonstance est assez fréquente sur la rive gauche du Donetz près de son embouchure, et sur la face opposée du même massif qui borde la rive droite du Don. On rencontre souvent, dans le même gisement, de gros blocs de grès très-durs, offrant tous les passages du grès lustré, tantôt au grès quartzeux proprement dit, à structure grenue et à grains fins ; tantôt au silex ho-

mogène; tantôt enfin au quartz presque compacte.

Cette formation sableuse prend un caractère assez particulier dans les points où elle repose immédiatement sur les roches carbonifères. La partie inférieure des escarpements est composée de grains de quartz de diverses grosseurs et de gros fragments qui, tantôt proviennent évidemment du terrain carbonifère, et tantôt paraissent avoir une autre origine. L'ensemble de ces débris ordinairement chargés de grains verts forme souvent un conglomérat grossier, sans consistance, ou aggloméré soit par un ciment argileux blanc, soit par de la silice. On trouve même quelquefois, au milieu de ces masses incohérentes, des concrétions tuberculeuses et rameuses où ces débris sont empâtés dans un ciment siliceux transparent.

Les roches que je viens de décrire renferment une très-grande quantité en même temps qu'une grande variété de corps organisés : M. Deshayes, qui a bien voulu examiner les espèces que nous avons recueillies, n'a pas hésité à déclarer que la plupart d'entre elles offrent une identité complète avec des fossiles crétacés de Meudon, de Rouen et du cap La Hève. J'ai pu moi-même vérifier cette circonstance en comparant les espèces du Donetz avec celles des collections de l'école des mines et de diverses collections particulières. Cette identité qui ne laisse aucun doute, ne peut cependant être confirmée par la citation des noms spécifiques de toutes les espèces identiques : il résulterait en effet de travaux encore inédits de M. Des-

hayes, que la plupart de ces espèces n'ont pas été convenablement définies. N'étant point compétent pour résoudre ces épineuses questions de zoologie, j'ai cru devoir suivre le conseil de M. Deshayes, et me suis abstenu de nombreuses citations pour ne point augmenter la confusion qui paraît exister dans cette partie de la science. Je me contenterai de citer, parmi quarante espèces au moins que nous avons recueillies, les espèces suivantes qui se présentent abondamment dans la craie du Donetz, et dont les échantillons, parfaitement conservés, se montrent complétement identiques avec des espèces bien déterminées du bassin de Paris.

L'un des fossiles les plus abondamment répandus dans la craie du Donetz est le *Belemnites mucronatus* (Schlot.) : la craie blanche de Verkhnié, au-dessous de Licitchia-Balka, contient une grande quantité d'individus de cette espèce qui y sont parfaitement conservés : la roche est si tendre, que le fossile en peut être aisément dégagé. Nous avons préparé ainsi un grand nombre d'échantillons où ce fossile, parfaitement déterminable, reste adhérent à sa gangue : plusieurs murs de clôture de Verkhnié et des villages voisins étaient hérissés de bélemnites, et formaient de riches carrières pour cette exploitation zoologique. Ce fossile est plus rare dans les autres parties du massif crétacé qui accompagne le cours du Donetz depuis Verkhnié jusqu'aux environs de Goundorovskaïa.

L'*Ostrea vesicularis* (Lam.) est encore un des fossiles les plus abondants et les plus caractéristiques de la

craie du Donetz : je l'ai particulièrement rencontré dans le massif qui borde la rive droite de cette rivière entre Verkhnié et Podgornoï.

Le *Pecten quinquecostatus* (Schlot.) se rencontre très-fréquemment au milieu des marnes siliceuses micacées subordonnées aux sables blancs quartzeux et aux glauconies des deux rives du Donetz : je l'ai trouvé en abondance au sud de la chaîne carbonifère, dans les escarpements qui font face au bourg d'Oust-Bouistrianskaïa ; il y est associé à plus de vingt autres espèces.

L'*Inoceramus Cuvieri* (Sow.) se trouve souvent dans la craie blanche : j'en ai récolté beaucoup d'échantillons dans les masses de craie qui surmontent les escarpements carbonifères d'Ouspenskoé, et en plusieurs points de la bande crétacée qui s'étend de ce dernier village à Verkhnié.

La *Terebratula carnea* (Sow.) se trouve très-fréquemment dans la craie chloritée et dans les sables inférieurs à la craie blanche. J'ai constaté l'identité de l'espèce du Donetz avec celle qui est figurée par M. L. de Buch, dans son ouvrage sur les térébratules, dont la traduction est insérée dans les *Mémoires de la Société géologique de France* (tom. III, pl. XIX, fig. 2). Certains individus diffèrent un peu du type représenté dans la figure que je viens de citer : les uns sont plus élargis, d'autres plus allongés, d'autres enfin semblent offrir une légère indication d'un pli longitudinal : mais les nombreux individus que nous avons recueillis dans le plus parfait état de conserva-

tion passent les uns aux autres et au type de M. L. de Buch, par des nuances tellement insensibles, qu'il me paraît impossible de rapporter les variétés extrêmes à une autre espèce. Les sables qui affleurent sous la craie blanche, près de Krimskoé, sur la rive droite du Donetz, contiennent une grande quantité d'individus si parfaits et si bien dégagés de toute matière minérale, qu'on pourrait croire qu'ils appartiennent à une espèce vivante.

Les espèces qui se présentent le plus ordinairement associées aux précédentes appartiennent aux genres *Pecten*, *Inoceramus*, *Ostrea*, *Plagiostoma*, *Terebratula*, *Belemnites*, *Nautilus*, *Ammonites*. Je citerai particulièrement : une magnifique espèce de bélemnite, qui se trouve dans le plus parfait état de conservation avec la *Terebratula carnea*, dans les sables de Krimskoé ; elle diffère du *Belemnites mucronatus* (Schlot.) et du *Belemnites ponticus* (Rousseau), et semble constituer une espèce nouvelle. Je citerai également une grosse espèce d'ammonite, dont je n'ai trouvé que des fragments dans la craie marneuse, et qui offre une ressemblance éloignée avec l'*Ammonites biarmatus* qui appartient au lias : une grande espèce de peigne qui ne paraît pas pouvoir être distinguée du *Pecten asper* (Lam.) et qui se trouve abondamment avec le *Pecten quinquecostatus* (Schlot.) dans les marnes subordonnées aux sables crétacés sur la rive gauche du Donetz, en face d'Oust-Bouistrianskaïa ; une espèce d'*Inoceramus* qui abonde dans la craie blanche de Liçogorskoi, sur la Touzlov, à la limite

méridionale du plateau carbonifère, et qui offre une grande analogie avec l'*Inoceramus Brongniartii* (Sow.) ; une belle espèce d'huître très-plissée, qui ne paraît pas avoir été décrite, et qui se trouve abondamment dans les sables chlorités de Krimskoé ; etc.

Il est assez difficile d'indiquer exactement les relations de superposition qui existent entre les diverses parties des terrains crétacés du Donetz : il résulte cependant de l'ensemble de mes observations que l'on peut y distinguer assez nettement deux étages, dont le supérieur serait caractérisé par la craie blanche, le *Belemnites mucronatus*, l'*Inoceramus Cuvieri* et l'*Ostrea vesicularis*; l'étage inférieur serait plus particulièrement caractérisé par les épais dépôts de sables quartzeux, les marnes micacées subordonnées, le *Pecten quinquecostatus* et la *Terebratula carnea*. Si une étude plus approfondie des corps organisés prouvait que la liaison entre les deux étages n'est pas insensible, et qu'il y existe des nuances en rapport avec les différences de la composition minéralogique, les terrains crétacés de la vallée du Donetz présenteraient une analogie de plus avec ceux de la vallée de la Seine. Les craies blanches situées au milieu du cours de la rivière, entre Izioum et Podgornoï, correspondraient à celle de Meudon ; les sables du Donetz inférieur et de la rive droite du Don correspondraient à ceux de l'embouchure de la Seine ; l'analogie entre les falaises du Don et celles du cap La Hève serait d'autant plus complète, que les unes et les autres

sont recouvertes par une nappe de terrain tertiaire.

Il est facile de constater les relations de la craie et des sables crétacés inférieurs en plusieurs points des falaises qui forment la rive droite du Donetz depuis Izioum jusqu'à Podgornoï; on peut observer par exemple la coupe suivante, près de Krimskoé, au-dessus de Slavianoserbsk :

Craie blanche, formant le sommet du plateau. Elle est sillonnée de ravins, dans lesquels on rencontre fréquemment, à peu de distance de Krimskoé, ***Ostrea vesicularis, Belemnites mucronatus, Inoceramus Cuvieri***, grands individus du genre ***nautilus***, etc. L'épaisseur totale de ce massif supérieur peut être évaluée par aperçu à . . . . 50 m

Craie chloritée, formant une couche d'environ 1 mètre d'épaisseur, reposant sur un banc de silex en rognons

Sable quartzeux, vert, très-chlorité, épais de 4 à 5 mètres.

Marne calcaire, en couches peu épaisses.

Sable quartzeux, chlorité, semblable au précédent, épais de 4 à 5 mètres.

Sable quartzeux, blanc, épais de 6 à 8 mètres, contenant, ainsi que les sables supérieurs, une grande quantité de bélemnites, d'huîtres, de plagiostomes, de peignes, de térébratules et notamment : ***Terebratula carnea, Pecten quinquecostatus***, etc.

Marnes sableuses, gris-verdâtres, affleurant à la base des escarpements.

Tout ce massif inférieur a pour épaisseur, environ 25

Total . . . . 75 m.

Le terrain crétacé ne repose pas en couches parfaitement horizontales sur les tranches du terrain carbonifère : une étude attentive prouve que ces couches ont souvent perdu leur horizontalité primitive, bien qu'il soit rarement facile de constater la direc-

tion moyenne des couches. Parmi les localités où le redressement des strates crétacées peut être le mieux observé, je signalerai surtout la longue zone de craie blanche et de marnes calcaires qui affleure sur la limite méridionale de la formation carbonifère, entre cette formation et les terrains tertiaires : j'ai désigné sur la carte géologique (pl. I[re]) les points de cette région où l'inclinaison des couches a été le mieux constatée : les couches plongent ordinairement de 4 à 6° et s'écartent peu de la direction moyenne N. 65° O. On trouve une inclinaison de 10° environ avec la direction N. 75° O., dans les buttes crayeuses qui traversent la rivière Olkhovaïa, près d'Ouspenskoé.

Près de Zacatinoï, sur la rive droite du Donetz, au-dessus de Privolnoé, on observe une puissante formation de sables blancs, renfermant çà et là des couches d'hydroxyde de fer, et recouverte par de la craie blanche ou marneuse avec silex. L'inclinaison de ce système de couches atteint en certains points jusqu'à 45°; la direction est N. 70° O.

Après avoir décrit les principaux caractères des terrains crétacés, je puis maintenant résumer en peu de mots les circonstances qui me paraissent distinguer, de ces terrains, la formation des marnes de Bakhmouth.

La composition minéralogique des deux systèmes de dépôts est essentiellement différente, et ce fait a une grande importance pour des localités aussi rappro-

chées. Les marnes argileuses qui abondent dans les terrains de Bakhmouth sont au contraire fort rares dans la formation crétacée; on ne rencontre, dans le terrain crétacé, aucun indice du gypse et du sel gemme qui forment deux éléments caractéristiques de la formation de Bakhmouth : les calcaires compactes et magnésiens, si fréquents dans cette dernière, ne se retrouvent jamais dans le terrain crétacé proprement dit; enfin, la craie, la glauconie, les marnes crayeuses et les sables crétacés ne se retrouvent jamais dans la formation de Bakhmouth.

On peut tirer des caractères zoologiques les mêmes inductions qu'on a déjà présentées en comparant la formation marneuse avec le terrain carbonifère. Les espèces fossiles non déterminées, mais bien distinctes, de la formation marneuse et de la formation crétacée, ne présentent point d'analogie ; aucune des espèces si abondantes et si caractéristiques de la formation crétacée n'a été retrouvée dans les marnes ni dans les roches subordonnées de la vallée de Bakhmouth.

Il me paraît résulter de l'ensemble de ces faits que les marnes de Bakhmouth représentent une formation particulière, comprise dans la série des formations secondaires, entre le terrain carbonifère et le terrain crétacé, et essentiellement distincte de l'un et de l'autre. L'étude des restes organiques me paraît le seul moyen de déterminer d'une manière plus précise l'âge de cette formation; et je ne vois, dans le système du Donetz, aucun caractère qui puisse complétement

suppléer sous ce rapport au manque de données zoologiques. Peut-être n'en est-il plus de même dans le système du Dniéper : plusieurs faits me portent à penser que les marnes de Bakhmouth et leurs équivalents affleurent fréquemment entre les terrains crétacés et la grande formation cristalline de la Russie méridionale, et qu'on trouverait, sur la ligne du Dniéper, des moyens de classement plus précis que ceux qu'il nous a été donné de découvrir dans la chaîne du Donetz. Quoi qu'il en soit, j'ose espérer que les faits qui sont exposés dans l'article précédent, et que j'ai dégagés, autant que possible, de toute idée hypothétique, offriront des matériaux utiles aux géologues qui pourront consacrer à cette question, purement scientifique, l'attention spéciale que d'autres études ont réclamée de nous.

Je reviendrai au reste sur ce sujet dans le second paragraphe de ce chapitre : à défaut de faits plus décisifs, j'y exposerai les considérations théoriques qui me portent à rattacher provisoirement la formation de Bakhmouth au groupe des marnes irisées du nord-ouest de l'Europe.

Après avoir insisté sur les différences qui existent entre les marnes de Bakhmouth et la formation crétacée, je ne crois pas inutile de relever ici quelques analogies qui existent entre elles. La plus frappante se trouve dans les caractères de la stratification : les couches des deux terrains sont ordinairement presque horizontales ; et les dislocations qu'on y observe çà

et là affectent presque toujours une inclinaison et une direction assez constantes. Ce rapprochement seul suffirait pour prouver que, dans le système du Donetz, la formation de Bakhmouth est séparée de la formation carbonifère d'une manière beaucoup plus tranchée qu'elle ne l'est des formations crétacées.

Dans toute l'étendue du plateau compris entre la vallée de la Bakhmouth et celle du Krivoï-Toretz, la glauconie passant plus ou moins à la craie paraît reposer immédiatement sur les marnes argileuses de Bakhmouth, en stratification parfaitement concordante. Ainsi, on trouve cette dernière formation très-développée dans les petits ravins qui débouchent dans la rive gauche de la Bakhmouth, notamment dans les deux ravins Stounka : elle y est caractérisée par des masses très-puissantes d'argiles rouges lie de vin et verdâtres, au milieu desquelles se trouvent subordonnées quelques couches minces de grès et de calcaire compacte esquilleux. Le sommet du plateau sur la pente duquel sont creusés les ravins est ordinairement couvert d'une végétation qui ne permet pas d'observer la nature du sol : toutefois on y découvre fréquemment des fragments épars de silex et de grès lustrés qui signalent ordinairement la présence du terrain crétacé inférieur. Cette présence est au reste évidente à Ivanovskoé, 5 kilomètres à l'ouest de Bakhmouth, où l'on voit la glauconie crayeuse, accompagnée de grès siliceux semblables à ceux qu'on rencontre fréquemment sur la ligne du Donetz, recouvrir, avec une épaisseur de 5 mètres environ, un escar-

pement de marnes rouges ayant 15 mètres de hauteur.

La vaste contrée qui s'étend à l'ouest de la chaîne carbonifère, entre la zone des pegmatites et le Donetz supérieur, présenterait probablement d'autres exemples des relations qui existent entre les marnes gypsosalifères et la formation crétacée. J'ai donc vivement regretté que notre mission principale, qui nous retenait dans les districts carbonifères, ne nous permît pas d'explorer cette région avec une attention proportionnée à l'intérêt scientifique qu'elle présente. Les excursions que nous y avons faites n'ont pas produit d'ailleurs tous les résultats que nous en attendions. N'ayant à l'avance aucune indication sur les localités les plus favorables pour l'observation, nous n'avons trouvé que rarement l'occasion de constater sur ces grandes steppes herbacées la véritable nature du sol. Les affleurements que nous y avons observés de loin en loin ne sont pas assez nombreux pour que l'on puisse considérer autrement que comme une hypothèse probable, l'existence du terrain crétacé inférieur dans toute la contrée située à l'ouest de la chaîne carbonifère.

La roche qui paraît dominer dans cette région est un sable blanc quartzeux, avec masses subordonnées de grès lustrés, à ciment siliceux : on en peut observer de fréquents affleurements dans l'espèce de golfe formé, d'un côté, par la bande de pegmatites qui se dirige, de Karakouba sur le Kalmious, aux cata-

ractes du Dniéper, et, de l'autre, par les terrains carbonifères du Kalmious supérieur et du Krivoï-Toretz. Ce terrain arénacé se montre avec une assez grande épaisseur dans les vallées Mokria-Iali, Skotovatoï, Lozovataïa, Ocinovataïa, Ikrianaïa, qui toutes portent leurs eaux au Dniéper, et où la nature du sol est cachée moins souvent qu'ailleurs par la végétation. Ces sables, de même que les blocs de grès lustrés qu'ils renferment, offrent une complète identité, sous le rapport minéralogique, avec plusieurs roches de même nature qui, sur les bords du Donetz, appartiennent certainement au terrain crétacé; malgré l'absence de fossiles caractéristiques, j'ai cru pouvoir me fonder sur cette identité minéralogique pour rattacher à ce terrain les sables de la grande steppe du Dniéper : cette assimilation est d'autant plus naturelle que, sur les rives du Donetz et du Don, les restes organiques manquent presque complétement partout où les grandes masses crétacées sont exclusivement formées de sables blancs quartzeux. En rapprochant des faits que je viens de rappeler diverses circonstances relatives aux formations cristalline et carbonifère, notamment : la direction des roches carbonifères sur les rives des deux Volnovakha; la présence d'un îlot carbonifère à Slavianka, au milieu de la grande steppe comprise entre la chaîne du Donetz et le Dniéper; enfin la disposition générale du massif cristallin, j'ai été conduit à admettre, ainsi que le représente la coupe n° 2, planche Ire, que la grande steppe du Dniéper a pour base ces deux formations



anciennes, recouvertes par une nappe plus ou moins épaisse de sables crétacés.

J'ai insisté sur les caractères géologiques des steppes arénacées du Dniéper, parce que plusieurs faits me portent à penser que, dans toute cette région, les marnes gypso-salifères sont en relation très-intime avec la formation crétacée, et sont intercalées entre cette dernière et les formations plus anciennes. Je rappellerai d'abord que le calcaire coquillier, caverneux, dolomitique, dont on trouve un affleurement sur la rive gauche du Krivoï-Toretz, près de Toretzkaïa, offre une très-grande analogie avec la dolomie qui recouvre les masses de gypse et de marnes rouges dans la vallée de la Bakhmouth, à mi-chemin de Bakhmouth à Zaïtzova. Si la roche de Toretzkaïa appartenait effectivement au terrain gypso-salifère, il serait par là démontré que ce terrain existe au delà de la ligne carbonifère du Toretz, qui forme sur la carte géologique la limite occidentale de ce terrain. On m'a affirmé, en outre, que les eaux provenant des puits percés dans les steppes situées à l'ouest de la formation carbonifère tiennent souvent du sel marin en dissolution. Chargé par moi d'éclaircir cette importante question, M. Malinvaud a observé, dans une excursion faite en 1839, un fait qui ne laisse aucun doute sur l'existence du sel gemme et du gypse dans cette partie du pays : à la partie supérieure et sur le flanc droit du ravin Skotovatoï, à un demi-kilomètre au-dessous des limites de la formation cristalline qui

affleure près de la naissance du ravin, on a tenté, au moyen de plusieurs puits, d'obtenir des eaux douces pour les besoins de l'agriculture. Ces puits n'ont produit que des eaux salées dont on n'a pu faire usage; ils ont atteint, à une faible profondeur au-dessous de la surface, des argiles rouges contenant du gypse dont on retrouve encore beaucoup de fragments dans les déblais accumulés près de l'orifice de ces puits. Les informations que j'ai recueillies dans les villages bâtis sur les steppes exclusivement crétacées de la rive gauche du Donetz ne m'ont révélé aucun fait analogue. Il y a donc lieu de penser que les argiles gypso-salifères du ravin Skotovatoï sont l'équivalent des marnes gypso-salifères de Bakhmouth; seulement, au lieu de se montrer à découvert, comme dans le bassin de la Bakhmouth, cette formation reste ordinairement cachée, dans la grande steppe du Dniéper, au-dessous de la nappe crétacée qui, du Kalmious au Dniéper, dessine les limites de la formation cristalline.

J'ai indiqué précédemment que les escarpements qui bordent la rive droite du Don près de Véderni-kovskaïa appartiennent, selon toute apparence, à la partie inférieure du terrain crétacé. D'une part, en effet, les roches arénacées qu'on y observe paraissent, d'après leurs relations de position, se trouver au niveau des autres parties de la formation crétacée du Donetz; et, d'un autre côté, leurs strates reposent immédiatement sur la tranche du terrain carboni-

fère. Ces escarpements se composent, pour la plus grande partie, de sables quartzeux blancs, identiques avec ceux qui abondent dans toute la contrée que traverse le Donetz depuis Izioum ; mais ils présentent en outre, à leur partie inférieure, de puissantes couches d'argiles schisteuses grises, rouges et vertes, que je n'ai jamais rencontrées avec un pareil développement dans les sables qui viennent immédiatement au-dessous de la craie blanche. J'ai encore retrouvé de puissantes masses d'argiles brunes, vertes et rougeâtres dans les ravins qui sillonnent le même plateau à peu de distance au nord de la falaise du Don, près des hameaux Jouravskoï et Ovilovskoï. Peut-être pourrait-on considérer ces marnes et ces argiles comme l'équivalent de la formation de Bakhmouth. Je n'ai point adopté cette conclusion sur la carte géologique, d'une part, parce que les sables crétacés situés au sud de la chaîne carbonifère présentent quelquefois, sur une moindre échelle à la vérité, des couches argileuses évidemment subordonnées ; et, de l'autre, parce que, dans les falaises du Don, les marnes ne sont jamais accompagnées ni par les calcaires compactes ou magnésiens, ni par les gypses qui sont caractéristiques pour la formation de Bakhmouth. Je reviendrai au reste plus loin sur la coupe intéressante que présentent les falaises du Don, en parlant du terrain tertiaire qui en occupe le sommet.

On retrouve la même relation entre les sables crétacés et de grandes masses d'argiles inférieures à l'extrémité opposée de la chaîne du Donetz, c'est-à-

dire à une distance de 350 kilomètres, près des houillères de Pétrovskaïa. Ainsi que l'indiquent la carte géologique et la coupe n° 2, le relèvement de terrain carbonifère exploité en cette localité affleure, au milieu de collines arénacées, sur la rive gauche du ruisseau Béréka. La coupe des sables et des argiles, immédiatement superposés au terrain carbonifère, se laisse fort bien voir sur la rive droite du même ruisseau, qui, en ce point, coule au milieu d'une plaine basse, composée de sable remanié par les eaux. Elle présente les éléments indiqués ci-après :

Sable argileux, jaunâtre, souvent ocreux, recouvert d'une couche mince de terre végétale	1	m.	50
Sable quartzeux, de diverses nuances, çà et là mélangé d'argile.	3		50
Sables quartzeux, parfaitement blancs, extrêmement fins, sans aucun ciment, et exempts de tout mélange	10		00
Argiles compactes, fissiles, à grains fins, douces au toucher, à couleurs verdâtres dominantes, contenant de très-petites coquilles non déterminées	6		00
Sables verts, affleurant çà et là au-dessous des argiles, à la base des escarpements.	0		50
Total	21	m.	50

Une course directe, entre l'embouchure de la Béréka et l'îlot carbonifère de Slavianka, dans laquelle on rencontrerait un grand nombre de ravins tous dirigés perpendiculairement à cette ligne, fournirait probablement de fréquentes occasions d'étudier les relations des masses argileuses inférieures avec les sables crétacés ; elle conduirait peut-être à vérifier la présomption que la formation de Bakhmouth s'étend

en nappes continues au-dessous des sables crétacés, à l'ouest de la chaîne carbonifère et au nord de la bande des pegmatites du Kalmious et du Dniéper. J'ai rappelé cette prévision sur une carte géologique (pl. Ire), et mis le lecteur sur la voie d'une étude plus complète de cette intéressante question en indiquant quelques lambeaux des marnes gypso-salifères dans les localités que je viens de citer.

En terminant ce paragraphe, je crois utile de faire remarquer que le classement des puissantes masses arénacées, que j'ai rattachées pour la plupart au terrain crétacé inférieur, est un des problèmes les plus épineux que présente la géologie de la Russie méridionale. Les incertitudes que me laisse encore la solution à laquelle j'ai été conduit résultent surtout de ce que ces sables quartzeux, dans la situation isolée où ils se présentent fréquemment près du Donetz et du Don, ne sont géologiquement déterminés que par la condition d'être supérieurs au terrain carbonifère et inférieurs au terrain tertiaire pontique qui sera décrit dans l'article suivant. La simplicité de leur composition minéralogique conduit naturellement à les confondre, soit avec les masses arénacées entièrement identiques que recèlent les collines crétacées comprises entre Izioum et Podgornoï, soit avec celles dont la présence sera signalée dans le terrain tertiaire marin de Taganrog. On ne peut d'ailleurs recourir aux caractères zoologiques pour éclaircir cette difficulté, car, malgré les recherches les plus assidues,

je n'ai jamais découvert de corps organisés fossiles dans ceux de ces dépôts arénacés dont la situation géologique laisse le plus de doutes.

La première fois que j'aperçus, du sommet des plateaux crétacés de Verkhnié, près de Licitchia-Balka, les plaines basses, les dunes et les petites collines sableuses qui s'étendent ordinairement au loin sur la rive gauche du Donetz, je les rapprochai involontairement des landes du sud-ouest de la France, avec lesquelles elles offrent tant de ressemblance, et je ne pus me défendre de la pensée que ces dépôts arénacés appartenaient à une formation tertiaire. Mais je renonçai peu à peu à cette opinion à mesure que j'eus occasion d'observer les choses de plus près, et surtout lorsque j'eus découvert dans les falaises comprises entre Podgornoï et Izioum, sur la rive droite du Donetz, de grandes masses de sables identiques, sous le rapport minéralogique, avec ceux de la rive gauche, et recouvertes évidemment par de la craie blanche bien caractérisée. Il fut dès lors démontré pour moi qu'il existait au-dessous de la craie blanche, dans le système du Donetz, de puissants dépôts arénacés; l'analogie dut alors me conduire à rattacher au terrain crétacé inférieur, et les masses arénacées qui se présentent à découvert sur la rive gauche du Donetz, et les masses identiques affleurant sur la rive droite à la base des collines crétacées.

A la vérité, cette analogie est beaucoup plus éloignée pour les puissants dépôts arénacés qui, sur les hautes falaises de la rive droite du Don, près de l'em-

bouchure du Donetz, sont compris entre le terrain carbonifère et le terrain tertiaire pontique, de même que pour ceux qui forment une étroite lisière entre les deux mêmes formations, depuis l'embouchure du Donetz jusqu'au delà de la Grouchevka. S'il existait dans la Russie méridionale une formation arénacée tertiaire aussi puissante que celle qui existe certainement dans la formation crétacée, je ne trouverais dans les faits que j'ai observés aucune raison absolument décisive pour rattacher à l'une de ces formations plutôt qu'à l'autre la majeure partie des dépôts arénacés situés au midi du massif carbonifère. J'avoue même que je ne me serais pas décidé à distinguer ces dépôts des sables qui, dans la contrée de Taganrog, font évidemment partie d'un terrain tertiaire marin, si plusieurs faits ne m'avaient révélé d'une manière irrécusable la présence du terrain crétacé dans la région occupée par ces sables problématiques, c'est-à-dire entre la ligne du Don et la limite méridionale du massif carbonifère.

Ainsi, par exemple, la formation problématique composée de sables quartzeux et des grès lustrés se trouve très-développée sur la rive droite du Donetz, à la limite méridionale du terrain carbonifère, entre Roubejnoï et Oust-Bouistrianskaïa. Là comme ailleurs, cette formation ne présente aucune trace de corps organisés fossiles; mais j'ai eu l'heureuse chance de trouver sur la rive opposée, dans la falaise située devant Oust-Bouistrianskaïa, un grand nombre de fossiles qui ne laissent aucun doute sur la présence

du terrain crétacé dans ce district. Cette falaise est composée de marnes calcaires qui semblent être parallèles aux masses arénacées de la rive droite; chacune de ces roches repose d'ailleurs immédiatement sur le terrain carbonifère. Les marnes contiennent en abondance le *Pecten quinquecostatus*, absolument identique avec celui qu'on trouve, sur le versant nord de la chaîne carbonifère, dans le massif crétacé de Lougane; à ce fossile caractéristique sont associés un *Pecten* qui paraît devoir être rapporté au *Pecten asper*, et dix autres espèces que M. Deshayes considère comme identiques avec les espèces du terrain crétacé inférieur de la basse Seine.

En me dirigeant vers l'ouest pour déterminer la limite méridionale de la formation carbonifère, j'avais trouvé cette limite marquée à Agraphenovskoï, sur la Bolchaïa-Kriepkaïa, par de la craie blanche bien caractérisée minéralogiquement, mais dans laquelle je n'avais pu découvrir de fossiles. En explorant de nouveau cette même limite en 1839, M. Malinvaud a retrouvé, sur la Touzlov, entre Liçogorskoï et Nicolaevskoï, la même craie blanche caractérisée par l'*Ostrea vesicularis*, l'*Inoceramus Cuvieri*, et une autre espèce très-voisine de l'*Inoceramus Brongniartii*.

J'indiquerai encore, comme motif secondaire de rapprochement entre la formation crétacée et les dépôts arénacés de la rive droite du Don, l'existence de puissants amas de marnes calcaires siliceuses, souvent micacées, évidemment intercalées au milieu de ces derniers, notamment : dans la falaise du Don,



entre Védernikovskaïa et Babskaïa ; dans la vallée de la Grouchevka, entre Nizelskoï et Krasnotchokov, etc. A la vérité, je n'ai jamais rencontré de fossiles dans ces marnes ; mais elles se montrent complétement identiques, sous le rapport minéralogique, avec celles qu'on trouve associées aux sables crétacés inférieurs dans les falaises du Donetz, ou qu'on exploite comme moellon, près de Lougane, au milieu d'un massif de marnes calcaires appartenant certainement à la formation crétacée.

La principale dissemblance qui existe entre les dépôts arénacés de la rive droite du Don et ceux de la formation crétacée réside dans la proportion des marnes argileuses subordonnées. On verra, en effet, dans l'article suivant, que la coupe des falaises de Védernikovskaïa présente au moins 12 mètres de marnes argileuses alternant avec 33 mètres de sables ; tandis que les couches argileuses pures, sans mélange de sables, sont comparativement rares, entre Izioum et Podgornoï, dans le système arénacé recouvert par la craie blanche. Il faut ajouter aussi qu'on observe souvent un passage insensible entre la formation arénacée problématique et les couches sableuses, qui alternent évidemment, au sommet des falaises du Don, avec le calcaire coquillier tertiaire de Novo-Tcherkask.

Or je n'ai pu me fonder que sur l'analogie de composition minéralogique, et sur la proximité géographique, pour rattacher la formation probléma-

tique à la période crétacée. Si donc on découvrait à l'est de la région du Donetz une formation arénacée inférieure au calcaire de Novo-Tcherkask, et contenant, outre les marnes calcaires micacées, de puissantes couches de marnes argileuses, l'analogie conduirait plus naturellement à rattacher aux périodes tertiaires la totalité des couches arénacées de la falaise du Don.

Dans ce cas aussi, il conviendrait probablement de rapporter à la même formation la plupart des dépôts arénacés de la rive gauche du Donetz, et peut-être même les falaises argileuses signalées, dans l'art. 3, sur la rive droite de la Béréka; il ne faudrait pas oublier toutefois que cette région présente aussi des sables qui, par exemple, près de Goundorovskaïa, sont parallèles ou inférieurs à des marnes crayeuses contenant des belemnites. Si la question relative à l'âge des falaises du Don était résolue dans le sens qu'on vient d'indiquer, il y aurait donc de grandes difficultés à distinguer les deux systèmes arénacés que sépare la craie blanche, partout où ils ne sont pas en relation immédiate avec cette roche.

ART. 6. — *Formation tertiaire de la steppe pontique.*

Cette formation constitue essentiellement le sol de ces interminables steppes que j'ai décrites dans le chapitre Ier, et qui dominent les rivages septentrionaux de la mer Noire et de la mer d'Azov, depuis le Danube jusqu'au Don. Il ne faudrait pas croire cepen-

dant qu'il existe dans la constitution topographique de la Russie méridionale cette opposition qui se manifeste presque toujours dans l'Europe occidentale, entre les formations tertiaires dont les couches sont restées horizontales, et les formations cristallines ou les formations de sédiment à couches redressées. Sans doute quelques mouvements de terrain signalent parfois le passage de la formationtertiaire pontique aux pegmatites du Dniéper ou aux terrains carbonifères du Donetz ; mais plus ordinairement, on ne peut constater le relief de ces deux dernières formations qu'en observant sur la carte la direction des cours d'eau ; l'épaisse végétation herbacée qui étend son niveau sur toute la contrée efface alors tout indice de démarcation entre le terrain tertiaire et les terrains plus anciens.

Dans les quatre gouvernements de la Russie méridionale, le niveau du terrain tertiaire pontique paraît rester inférieur à celui du grand plateau de pegmatites ; il n'en est pas de même dans le territoire des Cosaques du Don, au midi de la chaîne du Donetz : on y voit le terrain tertiaire s'élever à 110 mètres au moins au-dessus des eaux du Don, c'est-à-dire au même niveau que beaucoup de points des plateaux anciens du Donetz et du Kalmious. Ainsi le terrain tertiaire ne forme pas seulement une ceinture autour du massif carbonifère : il doit en outre être considéré comme élément essentiel dans le système du Donetz.

Je décrirai d'abord les caractères des principales

roches observées dans les dépôts que je réunis sous la dénomination commune de formation tertiaire pontique; puis je chercherai à indiquer les rapports de superposition qui paraissent exister entre elles.

La roche dominante de cette formation est un calcaire poreux coquillier; elle a été reconnue avec des caractères à peu près identiques dans plusieurs localités comprises, sur une longueur de 700 kilomètres, entre Odessa et la falaise de Védernikovskaïa, où paraît se trouver l'extrémité orientale de cette longue zone tertiaire. Le type le plus commun est rempli de cavités et pétri de coquilles; sa couleur dominante est le blanc jaunâtre ou rougeâtre; sa consistance est ordinairement si faible, qu'on peut le tailler avec une hache à tranchant aigu. Souvent toutes les surfaces des cavités sont formées par des empreintes de coquilles, et sont recouvertes d'un enduit jaune pulvérulent d'hydroxyde de fer. Tels sont particulièrement les caractères des roches exploitées près d'Odessa et de Novo-Tcherkask, pour les constructions de ces deux villes. Çà et là, les cavités du calcaire coquillier sont partiellement remplies de chaux carbonatée blanche cristalline, qui a tous les caractères d'une infiltration postérieure au dépôt de la roche, et qui a rempli les vides laissés par la destruction totale ou partielle des coquilles. Ce minéral forme parfois de nombreuses géodes tapissées de rhomboèdres aigus : il contribue à augmenter la dureté du calcaire; aussi choisit-on de préférence ces variétés pour empierrer

le sol de plusieurs rues d'Odessa et de Novo-Tcherkask.

Un deuxième type, très-distinct du précédent, comprend des calcaires beaucoup plus consistants, à structure compacte, grenue ou oolitique : plusieurs d'entre eux opposent une grande résistance au choc du marteau ; la plupart offrent, comme couleurs dominantes, des nuances blanches ou grises. Parmi les localités où j'ai trouvé ces variétés abondamment répandues, je signalerai surtout : la partie inférieure de la vallée de l'Ingouletz, un des affluents du Dniéper, où le calcaire compacte coquillier est très-oolitique ; beaucoup d'affleurements à la base des falaises comprises entre Nagaïski et Marioupol ; enfin la base même du promontoire sur lequel est bâtie la ville de Taganrog. Il faut noter aussi que certaines variétés sont imprégnées d'un ciment siliceux et deviennent encore plus compactes et surtout plus résistantes que les précédentes.

Les autres roches qu'on observe ordinairement dans la formation tertiaire sont les sables et les argiles avec tous les passages possibles de l'une à l'autre roche ou, de ces deux roches, aux calcaires. On trouve souvent dans la steppe pontique, et même à son extrémité orientale près de Taganrog, de puissantes couches d'un sable blanc, quartzeux, très-pur, qui ne peut se distinguer minéralogiquement des variétés de sables que j'ai décrites à l'article de la for-

mation crétacée : comme ces derniers, ils sont ordinairement privés de toute trace de débris organiques; mais leur classification ne présente pas les mêmes difficultés, parce qu'ils sont fréquemment intercalés entre des strates dont l'âge est parfaitement caractérisé par des fossiles tertiaires.

Les argiles n'ont pas en général la pureté de celles qui ont été signalées dans les formations antérieures aux périodes tertiaires; elles sont ordinairement chargées d'une assez grande proportion de sable, et passent aussi par une multitude de nuances à des calcaires marneux. Leurs couleurs, ordinairement peu prononcées, tirent sur les nuances grisâtres et verdâtres.

La stratification est très-distincte dans la majeure partie des roches tertiaires. Les légères ondulations qu'on y observe de loin en loin sont plus rares et beaucoup moins prononcées que celles qui ont altéré l'horizontalité des strates du terrain crétacé. On peut donc, dans une vue générale des choses, admettre que les couches sont restées horizontales, du moins dans la partie de la steppe pontique qui confine à la chaîne du Donetz.

Les corps organisés fossiles abondent dans cette formation; mais la plupart des espèces que nous y avons découvertes n'ont pas encore été décrites, et paraissent même être entièrement nouvelles : il serait donc prématuré, dans l'état actuel de la science, de se fonder sur ces débris organiques pour comparer

les dépôts que j'ai réunis sous le nom de terrain tertiaire pontique, aux terrains tertiaires de l'Europe occidentale. Désirant éviter, avant tout, de jeter de la confusion sur un sujet d'une si haute importance pour la géologie du bassin de la mer Noire, je m'abstiendrai de citations et de rapprochements qui ne seraient pas convenablement motivés : je m'attacherai donc à exposer simplement les faits en me bornant presque exclusivement à ceux que j'ai observés à proximité de la chaîne du Donetz.

La plupart des variétés de calcaire poreux méritent au plus haut degré le nom de *Calcaire coquillier* ; toutefois, malgré les recherches les plus assidues, je n'ai pu découvrir dans ce type principal de la formation tertiaire pontique des individus fossiles assez bien conservés pour qu'il fût possible d'en déterminer l'espèce. Cette circonstance, remarquable dans une formation coquillière aussi étendue, paraît tenir à trois causes principales : en premier lieu, la roche a été formée presque toujours par l'agglomération de tests complétement brisés et de diverses matières pulvérulentes ; en second lieu, les fragments de tests ayant été détruits ou dissous postérieurement à cette agglomération, ne se manifestent plus que par l'empreinte qu'ils ont laissée sur les parties de la roche qui ont subsisté ; enfin des infiltrations calcaires et ferrugineuses, qui ont eu lieu à une époque encore plus récente, ont à leur tour effacé la plus grande partie de ces empreintes. Dans le cas général, néanmoins, les traces de ces débris organiques sont assez conservées pour que

l'on puisse reconnaître les genres auxquels ils appartiennent.

Le genre *Cardium* paraît être dominant dans les calcaires poreux qui forment le sommet du plateau de Novo-Tcherkask ; il m'a paru qu'il en était de même pour l'ensemble des calcaires de même composition minéralogique qu'on peut fréquemment observer au sommet de la falaise pontique, jusqu'au delà d'Odessa. Les espèces paraissent être nombreuses : celle que j'ai observée le plus fréquemment sur le plateau de Novo-Tcherkask est inéquilatérale, à carène saillante, à côtes nombreuses alternativement larges et étroites, peu prononcées sur le côté postérieur : la longueur des plus grands individus ne dépasse guère 25 millimètres.

Après les *Cardium*, le genre *Mytilus* et surtout le sous-genre *Dreissena* sont de beaucoup les plus abondants ; les empreintes, ordinairement indéterminables, ne se distinguent guère que par les dimensions ; en sorte qu'il est impossible de décider si ces débris représentent une grande variété d'espèces. La longueur des empreintes les plus communes varie de 2 à 10 millimètres ; rarement elle atteint à 15 millimètres.

J'ai découvert çà et là, et particulièrement au sommet des falaises de Védernikovskaïa, des variétés de calcaires poreux, exclusivement composées de moules d'une bivalve, longue de 20 millimètres, à coquille lisse, sans côtes, à stries concentriques, à crochet saillant, qui paraît appartenir au genre *Mactra* et qui est rarement associée aux genres précédents.

Avec les *Cardium* et les *Dreissena*, on trouve fréquemment, mais en proportion incomparablement moindre, des empreintes appartenant évidemment aux genres *Lymnæa* et *Paludina*.

Après avoir reconnu la difficulté de découvrir des fossiles déterminables dans le calcaire poreux, j'avais conçu l'espoir de retrouver les mêmes fossiles dans un meilleur état de conservation au milieu des sables subordonnés à ces calcaires; mais ces recherches sont également restées sans succès. C'est ainsi que j'ai inutilement exploré à plusieurs reprises les sables ferrugineux qui alternent évidemment avec le calcaire poreux coquillier, au sommet des falaises de Razdorskaïa, entre Novo-Tcherkask et l'embouchure du Donetz.

Les espèces fossiles se montrent au contraire fort abondantes, et parfaitement déterminables dans les calcaires compactes du district de Taganrog, et dans les roches sableuses et argileuses qui alternent avec ces derniers; on y trouve même à l'état libre une multitude d'échantillons aussi bien conservés que les plus beaux fossiles de Grignon, dans le bassin de Paris.

Les *Cardium* dominent dans les calcaires compactes comme dans les calcaires poreux : mais je n'ai pu constater, entre les espèces de ces deux groupes, aucune identité bien évidente; tandis qu'il existe ordinairement, entre ces mêmes espèces, des différences très-prononcées. Les *Cardium* du calcaire compacte se

montrent en outre différents de tous les fossiles du même genre, découverts par M. de Verneuil à Kamouich-Bouroune, en Crimée, et décrites par M. Deshayes. L'une des espèces les plus communes offre une certaine analogie pour les dimensions et la forme générale avec les petits individus du *Cardium edule* (Lam.), dont on rencontre souvent les débris sur les rivages de la mer d'Azov; mais il s'en distingue essentiellement par plusieurs caractères : ses côtes, au nombre de vingt-deux environ, régulièrement espacées, sont marquées par d'innombrables stries concentriques correspondant aux accroissements successifs de la coquille; ces stries, vues à la loupe, se présentent surtout en saillie sur le sommet des côtes, et communiquent à l'ensemble du test une disposition analogue à celle d'un toit à tuiles courbes.

Deux autres espèces, en raison de leur abondance et de leurs caractères tranchés, me paraissent encore appelées à définir très-nettement la formation tertiaire de Taganrog; l'un est une très-belle *Mactra*, à test lisse, épais, dont les grands individus atteignent à la longueur de 6 centimètres; l'autre est un *Cardium* à onze ou douze côtes très-saillantes, hérissées d'écailles qui font saillie sur la surface et même sur les bords de la coquille : les grands individus de cette espèce ont également 6 centimètres de longueur.

Ces trois fossiles caractérisent, par exemple, le calcaire compacte qui affleure au niveau de la mer d'Azov, à la base du plateau de Taganrog. Ce calcaire se divise aisément en dalles, suivant des joints naturels,

précisément dans les lits où abondent les coquilles. Ainsi couvertes d'une prodigieuse quantité de fossiles en relief, ces dalles fournissent les plus beaux échantillons de calcaire coquillier que je connaisse. Les mêmes fossiles se retrouvent au nord de Taganrog. dans les calcaires compactes, dans les sables quartzeux et dans les argiles sableuses qui se montrent à peu près au même niveau sur les rives du Mious et dans les ravins creusés dans la steppe, particulièrement aux environs de Mélentiev et de Minervine. Ils y sont associés, dans un admirable état de conservation, avec beaucoup d'espèces appartenant aux genres *Cardium*, *Mactra*, *Buccinum*, *Fusus*, *Donax*, *Bulla*, *Natica*, etc. Aussi tout ce district me paraît-il appelé à devenir, pour la zoologie tertiaire, une des localités les plus classiques de l'Europe.

Les échantillons recueillis dans cette contrée présentent au plus haut degré le caractère de coquilles marines, et je n'y ai trouvé aucune espèce bien caractérisée des genres particuliers aux formations d'eau douce : sous ce rapport, la formation de Taganrog paraît différer essentiellement du calcaire poreux coquillier que caractérise le mélange des genres propres aux deux systèmes de dépôts.

Il me reste maintenant, pour compléter la description du terrain tertiaire, à indiquer, au moyen d'un certain nombre de coupes, l'association habituelle des roches que je viens de décrire, et leurs rapports avec les autres formations.

La coupe de la falaise de Taganrog présente les principales subdivisions indiquées ci-après :

Formation d'eau douce.

Argile jaune, sableuse, avec diverses modifications peu importantes; formant le sommet du promontoire sur lequel est bâtie la ville de Taganrog; environ. . .	9 m. 90	
Sable argileux, avec fossiles appartenant aux genres *Unio*, *Anodonta* et *Paludina*.	0 10	
Argile jaune, semblable à la précédente; paraissant constituer, avec les couches supérieures, une formation particulière qui sera décrite dans l'art. 7.	3 00	
Total.	13 m. 00	13 m. 00

Formation marine.

Sable blanc, quartzeux.	4 00	
Calcaire marin, compacte, très-coquillier, fissile; affleurant au niveau de la mer d'Azov.	3 00	
Total.	7 m. 00	7 00
Total général.		20 m. 00

Le prolongement de la même falaise présente à Ialta, au delà de Marioupol, les subdivisions suivantes, où l'on reconnaît encore les trois grandes assises d'argiles jaunes, de sable blanc quartzeux et de calcaire : toutefois, comme les six couches argileuses supérieures n'ont présenté aucune trace de fossiles, soit à Ialta, soit dans les nombreuses localités où on les voit affleurer, je ne me suis pas cru fonder à les rapporter, comme les argiles de Taganrog, à une formation particulière.

Terre argileuse, rougeâtre, formant la surface de la falaise. .	0 m.	20
Argile jaune, avec strates subordonnées d'argile verdâtre. . .	6	00
Argile d'un blanc grisâtre, çà et là un peu calcaire, sans consistance, fendillée.	2	00
Argile jaunâtre et verdâtre.	1	30
Argile grisâtre, contenant çà et là de petites masses de calcaire.	2	00
Sable argileux, d'un jaune verdâtre.	1	00
Sable quartzeux, blanc, très-fin, non coquillier; contenant, à sa partie inférieure, des rognons de grès calcaire. . . .	4	00
Grès calcaire, gris-bleuâtre, très-caverneux, avançant souvent dans la mer au delà des falaises, exploité comme moellon.	4	00
Total.	20 m.	50

Près de Sartana, dans la vallée du Kalmious, entre Marioupol et la limite de la formation cristalline, le terrain tertiaire offre la coupe suivante :

Terre végétale.	0 m.	20
Argile jaune, sableuse, avec fragments de calcaire.	4	00
Calcaire blanc, compacte, dur, sans fossiles.	0	10
Argile sableuse, verdâtre.	1	00
Calcaire compacte, dur, d'un blanc un peu laiteux, coquillier à la partie inférieure.	1	00
Calcaire coquillier, jaunâtre, ne renfermant guère que les deux grandes espèces de *Mactra* et de *Cardium*. . . .	3	00
Sable quartzeux, jaunâtre, très-fin, sans fossiles, avec deux lits très-minces de calcaire un peu coquillier.	2	00
Calcaire blanc-jaunâtre, compacte, très-dur, coquillier; il forme la base des escarpements et offre rarement une épaisseur plus grande que.	2	00
Total.	13 m.	30

Sur la rive droite du Mious, près de Mélentiev, on exploite un calcaire compacte, à la partie supérieure du système de couches indiqué ci-après :

Calcaire compacte, dur, blanc-jaunâtre, fendillé en divers sens, peu coquillier, employé comme moellon à Taganrog ; environ.	3 m.	00
Calcaire compacte, dur, jaunâtre, contenant en abondance les deux grandes espèces de ***Mactra*** et de ***Cardium***. . .	2	00
Calcaire tendre, blanc-jaunâtre, plus compacte en certains points, contenant beaucoup de coquilles appartenant aux genres ***Cardium***, ***Mactra***, ***Buccinum***, ***Fusus***, etc. . . .	1	90
Calcaire très-compacte et très-dur, peu coquillier, avec grandes cavités enduites de concrétions calcaires. . . .	3	00
Calcaire assez dur, jaunâtre, pétri de coquilles, contenant les mêmes espèces que la troisième couche.	4	80
Calcaire compacte, dur, assez coquillier.	1	00
Argile sableuse, contenant beaucoup de fossiles, surtout à la partie inférieure.	0	50
Calcaire très-dur, très-coquillier, renfermant les mêmes espèces que toutes les couches précédentes.	0	10
Sable argileux, blanc-verdâtre, peu coquillier, affleurant de loin en loin au bas des escarpements ; environ.	2	60
Total.	19 m.	00

En décrivant la formation crétacée inférieure, j'ai signalé, entre autres localités remarquables, les belles falaises qui bordent la rive droite du Don, au-dessus de l'embouchure du Donetz. Elles mettent à découvert, dans la coupe suivante prise à Védernikovskaïa, les relations du calcaire poreux coquillier, soit avec les dépôts arénacés et argileux que j'ai rattachés à la période crétacée, soit avec les roches carbonifères.

Formation tertiaire pontique.

Talus, a faible pente, recouvert de végétation, raccordant la partie supérieure de l'escarpement avec la surface du plateau; on y trouve çà et là des fragments de calcaire coquillier semblable à celui qui affleure à la base du talus. La hauteur totale de ce talus est environ.	10 m.	
Calcaire poreux, coquillier, jaune; il présente de nombreuses empreintes d'espèces indéterminables, mais où l'on reconnait les genres *Cardium*, *Mactra*, *Mytilus*, *Dreissena*, *Paludina*, etc. Ce calcaire est parfois très-friable; ailleurs il est endurci par des infiltrations de chaux carbonatée, blanche, cristalline.	16	
Total. . . .	26 m.	26 m.

Formation crétacée inférieure.

Sable quartzeux, blanc, pulvérulent, très-fin, rarement aggloméré: çà et là coloré par de petites infiltrations d'hydroxyde de fer. On trouve de loin en loin dans les falaises, au niveau de cette couche, des marnes micacées crayeuses qui paraissent la remplacer. . . .	8 m.	
Sable ferrugineux, avec filets d'hydroxyde de fer. . .	15	
Marnes argileuses, non calcaires, fissiles, présentant une foule de nuances, parmi lesquelles dominent les couleurs rouges, vertes et grises.	12	
Sable grossier et conglomérats, renfermant çà et là de menus débris et même de gros galets roulés de roches carbonifères, en couches horizontales comme toutes les roches précédentes.	10	
Total. . . .	45 m.	45

Formation carbonifère.

Psammites micacés à grains fins, psammites quartzeux, grès, etc., en couches fort inclinées et parfois verticales; ils s'élèvent rarement à la base des escarpements à un niveau plus élevé que.		5
Total général.		76 m.

Ces escarpements remarquables, qui rendent si faciles les études du géologue, sont, comme on le voit, préservés à leur partie supérieure, contre l'action des eaux pluviales, par une grande masse de calcaire coquillier; à leur base, ils sont défendus, par un puissant massif de terrain carbonifère, contre le choc des eaux du Don On voit quelquefois, comme cela arrive près de Zolotovskaïa, des bancs de psammites carbonifères s'avancer au delà de la falaise, exactement comme ces digues artificielles nommées *épis*, construites sur les rivages de la Manche, dans le but de protéger, contre l'action des vagues, des falaises arénacées appartenant, selon toute apparence, à la même formation géologique que celles du Don.

A Razdorskaïa, au-dessous de l'embouchure du Donetz, la même falaise s'élève à une hauteur de 110 mètres. Les calcaires coquilliers tertiaires qui en occupent le sommet alternent avec des sables ferrugineux. Les sables qui représentent le terrain crétacé inférieur n'y renferment pas de marnes crayeuses subordonnées, et deviennent souvent ferrugineux, comme les sables tertiaires : il est alors très-difficile de tracer la ligne de démarcation entre les deux formations; et si l'on étudiait cette falaise isolément, on serait naturellement conduit à rapporter à la periode tertiaire la totalité des dépôts qu'on y voit affleurer.

Les détails exposes ci-dessus confirment les vues emises à la fin des articles 4 et 5. Vu le manque de

caractères zoologiques, on ne peut se fonder que sur les ressemblances minéralogiques et sur la proximité géographique, pour rapporter au groupe crétacé les falaises arénacées de Védernikovskaïa et de Razdorskaïa; mais il faudrait explorer la région comprise entre le Donetz et le Volga pour décider si les mêmes analogies ne conduisent pas plus naturellement à rattacher ces falaises à une formation plus récente que la craie blanche, et inférieure au calcaire poreux coquillier de Novo-Tcherkask.

Les diverses observations que j'ai faites sur le terrain tertiaire pontique, à proximité de la chaîne carbonifère, me portent à y distinguer deux subdivisions principales; savoir : un système inférieur comprenant les calcaires compactes, les sables et les argiles caractérisés dans la contrée de Taganrog par une grande variété de fossiles marins; un système supérieur représenté par les calcaires poreux coquilliers de Novo-Tcherkask, évidemment contemporain des roches qu'on retrouve si fréquemment au sommet de la falaise pontique, avec les mêmes caractères minéralogiques et zoologiques.

Je n'ai point toutefois marqué cette division sur la carte géologique, parce que je ne suis pas en mesure de prouver que les débris organiques de chacun de ces dépôts, considérés dans tout le bassin de la mer Noire, diffèrent aussi essentiellement que semble l'indiquer la comparaison des espèces que contient notre collection. Mais, en attendant que la zoologie ait

prononcé en dernier ressort, je crois utile d'ajouter aux faits énoncés dans cet article les considérations suivantes, à l'appui de la division que je propose.

Les calcaires poreux coquilliers affleurent au sommet des plateaux de la rive droite du Don, à une hauteur moyenne de 100 mètres au-dessus de la mer; ils se présentent même sur le Mious, près de Kirsanovka et d'Aleksievka, au-dessus de la craie supérieure, à un niveau beaucoup plus élevé que les calcaires compactes marins, situés sur la même rivière, à Minervine et à Mélentiev : on ne peut donc admettre, vu l'horizontalité des couches tertiaires dans toute la contrée, que ces roches sont inférieures aux calcaires compactes qui, à peu de distance vers l'ouest et vers le sud, affleurent au niveau des eaux de la mer d'Azov. On ne peut admettre non plus que ces deux systèmes sont contemporains. En effet, j'ai dit que les calcaires poreux de Novo-Tcherkask se montrent complétement identiques, par leurs caractères minéralogiques et zoologiques, avec ceux qui s'étendent jusqu'au delà d'Odessa, à 700 kilomètres de distance, dans la même situation géologique : il serait donc contraire à toute analogie que ces mêmes roches se montrassent, dans la même vallée et à quelques kilomètres de distance, aussi différentes que le sont les calcaires poreux de Kirsanovka et les calcaires compactes de Mélentiev et de Taganrog. Il semble, par conséquent, très-naturel d'admettre que les calcaires poreux du sommet de la falaise pontique sont supérieurs au calcaire compacte qui

affleure, à la base de la même falaise, à Taganrog et à l'embouchure du Mious.

En second lieu, il faut considérer qu'à Taganrog, ainsi que l'indique une des coupes précédentes, le système inférieur est recouvert par une formation d'eau douce qui diffère assez essentiellement du système tertiaire supérieur ; et que vers le nord, à Mélentiev, à Minervine, etc., le calcaire poreux coquillier paraît manquer au-dessus des couches calcaires, arénacées et argileuses, caractérisées par les mêmes fossiles que le calcaire compacte de Taganrog. D'un autre côté, le calcaire poreux ou le système tertiaire supérieur du plateau de Novo-Tcherkask repose immédiatement en beaucoup de localités, notamment à Liçogorskoï sur la Touzlov, et à Kirsanovka sur le Mious, sur la craie proprement dite. Ces faits semblent indiquer qu'il n'y a pas eu continuité entre les dépôts de Taganrog et de Novo-Tcherkask, et que, par conséquent, les époques correspondantes ont été séparées par une révolution qui a modifié dans cette contrée la configuration des mers et les niveaux des sédiments déjà formés; ils confirment donc la supposition que ces dépôts caractérisent, au moins dans le bassin de la mer d'Azov, deux périodes essentiellement distinctes. Dans le cas où la zoologie démontrerait la convenance de diviser ainsi en deux groupes la formation tertiaire des steppes, il conviendrait de réserver pour le groupe supérieur la dénomination de *formation pontique*.

S'il était prouvé, conformément aux considérations

présentées à la fin de l'art. 5, que les falaises arénacées de la rive droite du Don appartiennent à un terrain tertiaire, ce dernier et le terrain tertiaire de Taganrog se trouveraient rapprochés par la propriété commune d'être inférieurs au calcaire poreux coquillier de Novo-Tcherkask. Mais les profondes différences qui existent dans la composition minéralogique et zoologique des deux groupes de dépôts rendent ce rapprochement peu naturel, et offrent, par conséquent, une nouvelle présomption à l'appui de l'hypothèse que les falaises du Don appartiennent à l'époque crétacée. Cette considération n'est cependant pas décisive : en effet, les falaises arénacées du Don pourraient appartenir à une période tertiaire plus ancienne que celle de Taganrog ; si même il était démontré que les deux dépôts sont contemporains, on s'expliquerait jusqu'à un certain point les différences qui les distinguent, en considérant qu'ils auraient dû se former dans des mers séparées par le massif de craie blanche compris entre les vallées de la Grouchevka et du Mious (1).

Art. 7. — *Formation d'eau douce de Taganrog.*

Parmi les dépôts de sédiment proprement dits qui se rattachent à des périodes géologiques très-ré-

(1) La séparation que, dans cet ordre d'idées, ce massif crayeux établirait entre les deux terrains tertiaires qui affleurent à Mélentiev sur le Mious, et à Nizelskoi sur la Grouchevka, est clairement indiquée par la carte géologique et par la coupe n° 1.

centes, je dois rappeler ici le terrain d'eau douce que j'ai signalé incidemment en décrivant, dans le précédent article, la coupe de la falaise de Taganrog. Ce terrain, composé d'argiles sableuses jaunâtres, et épais de 13 mètres environ, recouvre immédiatement, à stratification concordante et en couches horizontales, la formation tertiaire marine, qui ne s'élève en ce lieu qu'à 7 mètres environ au-dessus du niveau de la mer.

Les fossiles sur lesquels je me fonde pour distinguer les argiles sableuses de Taganrog, des couches analogues qui abondent aussi dans la formation tertiaire de la steppe pontique, ont été découverts dans une couche élevée de 10 mètres environ au-dessus de la mer, dans la falaise située au sud de la ville. Le fossile le plus abondant est une paludine (1) qui me paraît identique avec l'espèce *Paludina vivipara*, qu'on trouve aujourd'hui en grande quantité dans les eaux du Don. Trois espèces appartenant aux genres *Unio et Anodonta*, et qui ne paraissent pas avoir été décrites,

(1) Notre collection renferme une suite nombreuse d'individus de diverses grosseurs, appartenant évidemment à une même espèce, mais dont les caractères varient, selon l'âge des individus, par des nuances graduelles. Les individus moyens sont absolument identiques avec l'espèce *Paludina achatinoïdes* (Deshayes, *Mémoires de la Société géologique de France*, t. III, pl. v, fig. 6 et 7) ; les plus gros individus, tout en conservant la forme générale de ces derniers, s'en distinguent par un ombilic plus prononcé et par des spires dont les sutures sont plus profondes. Ces derniers caractères étant signalés par M. Deshayes comme distinguant l'espèce vivante de la *Paludina achatinoïdes*, je suis porté à penser que ce savant conchyliologiste n'aurait pas établi cette nouvelle espèce, s'il avait eu sous les yeux la suite des échantillons recueillis par nous à Taganrog.

ont été trouvées avec la précédente. Enfin on rencontre souvent, en faisant des fouilles dans le plateau d'eau douce, des ossements fossiles provenant de très-grands mammifères.

Il resterait maintenant à décider si le terrain d'eau douce de Taganrog est un accident local, ou s'il fait partie d'une grande formation qui s'étendrait au sommet de la falaise pontique, sur le littoral de la mer d'Azov. A l'appui de cette dernière supposition, on pourrait remarquer que la *Paludina achatinoïdes* a été trouvée, à l'ouest de la mer d'Azov, au sommet des falaises de Kamouich-Bouroune, près de Kertch, et qu'on voit souvent affleurer entre ces deux points extrêmes une couche épaisse de sables argileux et ferrugineux, composés minéralogiquement comme ceux de Taganrog et de Kamouich-Bouroune. Mais, pour que ce rapprochement eût une importance réelle, il faudrait que l'on retrouvât, au moins de loin en loin, au sommet de la falaise, les mêmes fossiles d'eau douce; or toutes les recherches que j'ai faites à ce sujet, notamment à Marioupol, à Pétrovski et à Nagaïski, étant restées sans résultat, il convient d'admettre, jusqu'à preuve du contraire, que le terrain d'eau douce de Taganrog a été déposé dans ce district sous l'influence d'une cause particulière.

Quant à l'époque de ce dépôt exceptionnel, il conviendrait peut-être de la rapprocher de celle où s'est formé le terrain argileux et arénacé de Kamouich-Bouroune, lequel, en raison des gîtes ferrifères qu'il

recèle, sera décrit dans le chapitre suivant. En effet, ce terrain, comme celui de Taganrog, paraît avoir été déposé sous une influence qui n'aurait agi que dans un district peu étendu : il renferme une Paludine qui semble être identique avec celle de Taganrog ; enfin les deux dépôts sont situés au sommet de petites falaises tertiaires dont le pied est baigné par la même mer. Mais, d'un autre côté, il existe, entre le dépôt Kamouich-Bouroune et l'étage supérieur du terrain tertiaire pontique, des points de rapprochement qui manquent pour ce dernier et celui de Taganrog. Ainsi, le terrain de Kamouich-Bouroune paraît reposer en stratification concordante sur un calcaire poreux coquillier semblable à ceux d'Odessa et de Novo-Tcherkask ; comme ces derniers, il est caractérisé par des genres de coquilles propres à la fois aux eaux douces et aux eaux salées. Le terrain de Taganrog, au contraire, n'est point en relation immédiate avec le calcaire poreux coquillier, et jusqu'à ce jour on n'y a découvert que des fossiles propres aux eaux douces. Tels sont les motifs qui m'ont engagé à classer provisoirement le terrain d'eau douce de Taganrog, non-seulement comme un dépôt exceptionnel, mais encore comme représentant une période géologique distincte de celle du terrain pontique.

Il est probable qu'une étude approfondie de la contrée du Donetz y fera découvrir d'autres dépôts formés, comme celui de Taganrog, avant la période actuelle. C'est ainsi qu'en explorant avec soin le

massif crétacé compris sur la rive droite du Donetz, à l'ouest d'Izioum, dans le but d'y recueillir les fossiles caractéristiques de la craie supérieure, j'ai découvert un lambeau d'argiles et de diverses roches contenant des lymmées et des planorbes. Ce dépôt couvre toute la surface d'un plateau composé de craie blanche, et se trouve à 40 mètres au moins au-dessus des eaux du Donetz.

ART. 8. — *Terrains de transport récents.*

J'ai déjà fait remarquer, en décrivant la constitution topographique de la chaîne du Donetz et des steppes adjacentes, qu'une végétation abondante couvre toute la surface du pays, et qu'on ne peut, en général, observer les roches qui forment la base du sol que dans un petit nombre de ravins où cette végétation n'a pas envahi les déchirures produites par l'action des eaux. La difficulté des observations est encore aggravée par une autre circonstance : il existe presque toujours entre ces roches et les couches végétales une masse de matières pulvérulentes dont l'épaisseur varie depuis quelques décimètres jusqu'à plusieurs mètres, et qui ne semble pouvoir se rattacher à aucune période géologique déterminée.

Dans les districts crétacés et tertiaires, ces sortes de dépôts, s'il est possible de les qualifier ainsi, se confondent souvent avec les sables et les argiles qui forment la base du sol; ailleurs, et, par exemple,

sur les plateaux de marnes chloritées, ils sont souvent représentés par une nappe argilo-sableuse dont la couleur ocreuse tranche fortement avec celle des roches inférieures. Dans les régions cristallines et carbonifères, ils sont de nature fort variable : tantôt sableux, tantôt argileux, ils renferment des débris nombreux, non roulés, des roches sur lesquelles ils reposent, seuls indices qui, sur de vastes étendues, puissent révéler au géologue la nature de ces roches. C'est dans cette situation qu'on rencontre assez fréquemment sur le massif cristallin du Kalmious et du Dniéper de petits dépôts de kaolin.

Ces détritus sont probablement le résultat d'une altération produite à la surface des roches sous l'influence des agents atmosphériques; ils n'ont par eux-mêmes qu'une médiocre importance géologique, puisqu'ils ont dû se produire pendant toute la série des périodes postérieures aux révolutions qui ont mis chaque formation en contact avec l'atmosphère; l'intérêt qu'ils présentent est, pour ainsi dire, négatif, et résulte surtout de ce qu'ils cachent trop souvent au géologue la nature du sol aux dépens duquel ils sont formés. Toutefois, si l'étude de ces dépôts est à peu près sans utilité pour la distinction des diverses périodes géologiques, elle pourrait acquérir une véritable importance pour la spécification des roches, en faisant connaître la loi des altérations successives en vertu desquelles un nombre limité d'éléments minéralogiques ont successivement concouru à composer les divers dépôts de sédiment.

On n'aperçoit jamais dans ce sol de détritus aucune trace d'amphibole ; le feldspath, lorsqu'il est encore distinct, se présente toujours dans un état plus ou moins avancé de décomposition ; le quartz s'y montre, comme ailleurs, un des éléments les plus résistants des roches cristallines, et certaines variétés de mica semblent, sous ce rapport, se placer au même rang.

La même loi peut être observée dans la série des roches de sédiment du Donetz : il est déjà fort rare, ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, de rencontrer de l'amphibole dans le terrain carbonifère ; on ne retrouve plus de traces d'amphibole ni même de feldspath, dans les marnes de Bakhmouth non plus que dans les formations postérieures ; et leur disparition semble être, comme ailleurs, en connexion avec l'accroissement progressif des masses argileuses. D'un autre côté, la formation crétacée et même certaines roches tertiaires renferment de très-fines particules de mica qui n'ont pas subi la plus lègère altération chimique. Quant aux fragments quartzeux, ils conservent, au volume près, jusque dans les dépôts les plus récents, les mêmes caractères minéralogiques.

Les vallées et les ravins qui abondent dans la chaîne du Donetz ont été, en grande partie, creusés par l'action des eaux ; en raison des accumulations de neige pendant l'hiver, et des fontes subites du printemps, cette influence des eaux atmosphériques est beaucoup plus énergique dans la Russie méri-

dionale que dans les régions occidentales de l'Europe. Ce sont les déblais arrachés à ces vastes excavations qui ont produit les dépôts récents accumulés dans les parties basses de la contrée. Nulle part ces phénomènes n'ont été plus prononcés que sur les rives du Donetz et dans les vallées qui débouchent dans le Don et dans la mer d'Azov : d'une part, en effet, la pente est plus forte dans ces vallées que dans les autres parties de la chaîne ; et, en second lieu, le sol, composé de grandes masses arénacées, offre plus de prise à l'action des eaux. Le Don, qui, dans la plus grande partie de son cours, paraît traverser des terrains meubles, doit recevoir et charrier lui-même une très-grande quantité de débris. C'est sans doute à ces causes réunies qu'il faut attribuer la production de ces dunes sableuses qui embarrassent les lits du Donetz et du Don, qui augmentent sans cesse l'étendue des prairies marécageuses au milieu desquelles le Don débouche dans la mer d'Azov, et qui, déplacées peu à peu par l'impulsion des eaux, diminuent chaque année la profondeur de cette mer.

Dans la chaîne du Donetz, les débris qui ne sont pas entraînés au loin forment des barrages irréguliers et quelquefois d'étroites prairies marécageuses à l'embouchure des petits cours d'eau qui leur ont donné naissance. Des débris analogues se montrent sur les rivages de la mer d'Azov : ils sont régulièrement accumulés à l'embouchure des rivières qui portent leurs eaux à cette mer ; ordinairement, ils y forment une espèce de môle dont la longueur est

proportionnée à l'importance du cours d'eau, et qui accompagne ce dernier bien au delà du rivage primitif. Au reste, ce phénomène remarquable n'est point particulier à la portion de rivage voisine de la chaîne carbonifère; c'est un trait caractéristique de cette longue ligne de côtes qui s'étend depuis l'embouchure du Don jusqu'à celle du Danube; et i est toujours en rapport, d'une part, avec la puissance des rivières, de l'autre, avec la nature plus ou moins arénacée des steppes que ces cours d'eau corrodent. Sauf de rares exceptions, les rivières qui se rendent à ce rivage présentent toutes des indices plus ou moins prononcés de ces atterrissements modernes; ceux-ci prennent d'ailleurs le nom de *limanes,* lorsque, formant deux môles parallèles, ils comprennent entre eux un bassin intérieur.

Il n'est pas hors de propos de faire remarquer ici que le limane du Mious, de même que les atterrissements de toutes les autres rivières qui débouchent dans la mer d'Azov ne s'avancent pas dans cette mer perpendiculairement à la direction générale du rivage; on remarque, en jetant les yeux sur une carte générale du pays, qu'ils sont tous infléchis vers l'ouest de la manière la plus prononcée. Cette loi des atterrissements au nord de la mer d'Azov est un cas particulier fort important d'une grande question qui intéresse tout le commerce du monde, je veux parler de l'ensablement progressif du Don inférieur et de la mer d'Azov tout entière. La cause qui produit cette inflexion des atterrissements doit

exercer une grande influence sur le régime des ports qui s'établissent chaque jour sur ces rivages, pour l'exportation des produits sans cesse croissants du bassin du Don et de la steppe pontique; aussi, ai-je encore eu à regretter, à cette occasion, que d'autres soins ne me permissent pas d'accorder à cette question toute l'attention qu'elle mérite.

Plusieurs circonstances observées, sur une petite échelle à la vérité, à l'embouchure du Don, m'avaient d'abord conduit à penser que cette inflexion des alluvions fluviales sur la côte septentrionale de la mer d'Azov est due à un courant dirigé de l'est à l'ouest, et produit par l'arrivée incessante des eaux du Don; mais, ayant eu occasion de parcourir plus tard tout le rivage compris entre Taganrog et l'extrémité septentrionale de la flèche d'Arabat, j'ai reconnu que cette hypothèse n'était pas admissible. J'ai trouvé en effet que, contrairement à ce que cette hypothèse indiquerait, l'inflexion des atterrissements est d'autant plus prononcée qu'on s'éloigne davantage de l'embouchure du Don.

Les faits qui se passaient sous mes yeux, dans les localités où j'ai observé ce rivage, m'ont naturellement suggéré une autre explication. Les vagues, soulevées par le fort vent d'est, qui n'a, pour ainsi dire, pas cessé de souffler pendant l'été de 1837, exerçaient sur les débris accumulés au pied de la falaise pontique une impulsion qui les rejetait constamment vers l'ouest. Si donc les vents alisés que j'ai vus régner presque constamment dans la Rus-

sie méridionale se reproduisent régulièrement chaque année ; si, comme je suis disposé à le penser, leur influence est assez dominante pour que les impulsions diverses produites par les vents pendant une longue période aient une résultante constamment dirigée de l'est à l'ouest, il ne pourrait guère rester de doutes sur la cause du phénomène.

On expliquerait de même la formation de cette singulière digue, connue sous le nom de flèche d'Arabat, qui compose à elle seule toute la côte occidentale de la mer d'Azov. Ce môle naturel sépare, comme on sait, la mer d'Azov proprement dite, de la région de lacs et de marécages connue sous le nom de mer Putride, et dans laquelle affluent, avec les débris qu'ils entraînent, les principaux cours d'eau de la Crimée. Dans l'hypothèse indiquée précédemment, la flèche d'Arabat serait le résultat nécessaire de deux forces opposées : celle des fleuves de Crimée, qui amène à la mer des matières d'atterrissement ; celle des vents d'est, qui retient ces matières à une certaine distance de l'embouchure des fleuves. Cette dernière influence accumule en outre sur la flèche d'Arabat les débris qui, provenant des affluents de la mer d'Azov, ont contourné les môles du rivage septentrional. Enfin cette explication conduirait encore à cette conclusion, que la flèche d'Arabat doit naturellement se disposer perpendiculairement à la résultante de toutes les impulsions qui agissent sur elle. On pourrait donc se baser sur l'existence de ce môle rectiligne, long de 100 kilomètres, pour

établir avec une précision géométrique que la force qui lui a donné naissance, ou, en d'autres termes, que la résultante de tous les vents qui soufflent sur cette mer pendant une longue période est dirigée de l'E. 27° N. l'O. 27° S.

En ce qui concerne particulièrement la région du Donetz, les phénomènes d'alluvion se produisent sur une échelle beaucoup moindre que dans la mer d'Azov, et n'ont une certaine importance géologique que dans les zones traversées par les lits du Donetz et du Don. De grandes quantités de matières arénacées, arrachées par les eaux aux parois des vallées, viennent sans cesse remplacer, sur les bords de ces rivières, celles que le courant charrie vers la mer. Remaniées par les eaux, rejetées d'une rive à l'autre, accumulées accidentellement en divers points sous l'influence de causes très-variables, ces matières de transport, composées exclusivement de sable quartzeux que le lavage à rendu très-pur et très-mobile, ôtent toute régularité au régime de ces cours d'eau et apportent de sérieux obstacles à la navigation. Cet inconvénient est beaucoup plus sensible dans le lit du Donetz que dans celui du Don; car le volume d'eau que mène le Donetz, très-considérable lors des crues qui résultent au printemps de la fonte des neiges, décroît très-rapidement dès que cette fonte est terminée, et se réduit à peu de chose pendant toute la belle saison.

Le contact des eaux du Donetz, avec le terrain crétacé inférieur, sur presque toute la limite nord des

plateaux carbonifères, apportera toujours, je le crains bien, un obstacle permanent à l'établissement d'une navigation régulière dans la saison où les eaux ne sont point gelées ; cette cause contribuera du moins à rendre plus dispendieux les travaux qu'on a souvent projeté d'entreprendre dans le lit de cette rivière, pour ouvrir des moyens économiques d'exportation à plusieurs groupes de houillères.

Ces matières remaniées dans la période actuelle, étant en général de même nature que les masses arénacées aux dépens desquelles elles se forment journellement, ne peuvent toujours en être distinguées nettement, quand elles ne renferment pas de débris des paludines, des anodontes, des lymnées et des autres mollusques qui vivent aujourd'hui dans les eaux du Donetz ou dans les petits marécages adjacents. Les indications faites à ce sujet sur la carte géologique ne peuvent donc être considérées que comme approximatives.

Le sol de la Russie méridionale présente, en plusieurs lieux, des sédiments qui paraissent avoir été déposés pendant la période actuelle. J'ai trouvé, par exemple, dans la grande plaine du Don, sur la rive gauche de la Sale, à une assez grande distance de son embouchure et en un point qui semble élevé de plusieurs mètres au-dessus du niveau des plus hautes eaux de cette rivière, des paludines qui me paraissent identiques avec celles de la formation d'eau douce de Taganrog, et avec celles qui vivent aujourd'hui

dans le Don. J'ai en outre observé près de Taman, sur la rive asiatique du détroit de Kertch, un fait plus décisif encore.

Le terrain récent dont il s'agit a été découvert à l'ouest du bourg de Taman, au point où la presqu'île de ce nom se rétrécit pour former le cap Ioujnaïa, dans une petite falaise située sur le côté de ce cap tourné vers la mer Noire. La presqu'île de Taman, moyennement élevée de 40 mètres, est essentiellement composée de terrain tertiaire pontique, dont les couches, très-tourmentées, ont ordinairement une inclinaison comprise entre 30 et 60°. Les deux étages de ce terrain paraissent y être représentés, comme sur la rive opposée du détroit de Kertch, soit par des marnes argileuses associées à des calcaires exclusivement marins, soit par des calcaires poreux coquilliers contenant un mélange de genres propres aux eaux salées et aux eaux douces. On voit en outre fréquemment, au sommet du plateau de Taman, des argiles sableuses à stratification peu distincte, où je n'ai point observé de fossiles, et qui semblent appartenir à une formation récente, reposant en couches horizontales sur la tranche du terrain pontique. Quelle que soit la conclusion à adopter à ce sujet pour l'ensemble de la presqu'île, on ne peut méconnaître dans la falaise d'Ioujnaïa l'existence d'un dépôt appartenant à la période actuelle, et gisant sur le terrain pontique à une assez grande hauteur au-dessus de la mer. La base de l'escarpement est formée de terrain tertiaire coquillier, à strates inclinées; le som-

met présente un dépôt arénacé, à couches horizontales, où les fossiles paraissent être fort rares. J'y ai cependant découvert, après d'attentives recherches, plusieurs coquilles appartenant aux quatre espèces suivantes, entièrement identiques avec celles qui vivent encore dans la Méditerranée et dans la mer Noire : *Mytilus edulis* (Lam.), *Mytilus Gallo-provincialis* (Lam.), *Pecten operculatus* (Lam.), *Pecten distans* (Lam.). Dans le lieu où ces restes organiques ont été trouvés, la falaise, haute seulement de 13 mètres, présentait la coupe rapportée ci-après :

Sable très-argileux, jaune, meuble ou peu aggloméré, sans fossiles.	3	m.	50
Sable quartzeux, contenant un assez grand nombre de coquilles appartenant aux quatre espèces vivantes précédemment citées.	0		50
Sable identique avec celui de la couche supérieure, reposant comme les précédents en couches visiblement horizontales sur le terrain inférieur.	4		00
Couches alternatives de marnes argileuses et de calcaires poreux coquilliers; plusieurs de ces calcaires sont entièrement composés de débris déterminables de *Cardium*, de *Mytilus*, de *Dreissena*, de *Paludina*, etc.; toutes ces couches sont inclinées de 45° et affleurent au-dessous des couches précédentes, sur une hauteur de.	5		00
Total.	13	m.	00

Il est peu naturel de supposer que le mouvement des vagues ait pu accumuler à une aussi grande hauteur des débris de la période actuelle : il est plus vraisemblable, ainsi que je l'admettrai dans le second

paragraphe de ce chapitre, que la falaise d'Ioujnaïa a été formée pendant cette période par suite d'un exhaussement qui se serait également fait sentir dans plusieurs autres parties de la Russie méridionale.

§ II. — Recherches sur les révolutions du globe qui ont laissé leur empreinte dans la chaine du Donetz.

Conformément aux vues que j'ai exposées au commencement de ce chapitre, je me propose de résumer ici les principales conséquences qui me paraissent résulter des faits dont on vient de voir l'exposition : je m'attacherai particulièrement à signaler la connexion qui semble exister entre ces faits et les grandes révolutions géologiques dont l'histoire est devenue classique.

La formation de sédiment la plus ancienne que recèle la chaîne du Donetz a été déposée, ainsi que je l'ai démontré, pendant la période carbonifère : les couches en sont fortement disloquées, et toute la formation surgit à l'extrémité d'une longue bande de pegmatites, dont la direction générale orientée de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est diffère peu de celle qu'on retrouve souvent dans les affleurements de roches carbonifères. On pourrait donc être conduit dans un premier aperçu à regarder comme deux événements intimement liés l'un à l'autre le redressement des

couches carbonifères et le soulèvement de la formation cristalline du Dniéper. Dans cet ordre d'idées, la région du Donetz tout entière aurait été exclusivement occupée par la mer pendant les périodes cambrienne, silurienne et dévonienne, et la première apparition de cette partie du continent aurait immédiatement suivi la période carbonifère. Mais un examen plus attentif des faits donne lieu de penser que les premiers rudiments de la chaîne du Donetz et des contrées adjacentes datent d'une époque plus reculée.

Dans toutes les contrées où l'apparition d'un massif de roches ignées a produit le redressement et la dislocation d'une formation de sédiment, cette connexion entre les deux phénomènes est indiquée par diverses circonstances : c'est ainsi, par exemple, que les couches de sédiment se montrent d'autant plus bouleversées qu'elles se rapprochent davantage de la formation cristalline ; on observe en outre que les strates redressées atteignent leur niveau le plus élevé dans le voisinage des limites apparentes de cette formation. Sans doute ces relations entre les deux classes de roches sont sujettes à de nombreuses exceptions ; mais la loi que je viens de rappeler ne s'efface jamais complétement. Or, dans le système du Donetz, les strates carbonifères et les pegmatites, loin d'être soumises à cette loi, offrent une relation précisément inverse.

La seule région de la chaîne du Donetz où les cou-

ches carbonifères reposent immédiatement sur les roches cristallines, est aussi celle où ces couches présentent la moindre inclinaison et la disposition la plus régulière; les indices de dislocation et l'inclinaison des couches augmentent à mesure qu'on s'éloigne de la formation cristalline; enfin la ligne de faîte de la formation carbonifère se trouve elle-même à une grande distance du massif de pegmatites. L'hypothèse qui admettrait une connexion intime entre le redressement des couches carbonifères et le soulèvement du massif cristallin est peu conforme à l'état de choses qu'on vient de rappeler; elle ne s'accorde pas davantage avec la nature d'un sol dénué d'accidents topographiques, où la limite commune des deux formations est presque toujours cachée par de grandes nappes de gazon. On peut rappeler enfin, à l'appui de ces mêmes conclusions, que la formation carbonifère recèle peu de roches métamorphiques et ne présente aucune infiltration de roches ignées.

D'un autre côté, plusieurs faits semblent indiquer que le premier soulèvement de la formation cristalline est antérieur au commencement de la période carbonifère. Il existe, dans le bassin du Dniester, de puissants dépôts de sédiment, composés de grès, de schistes et de calcaires, caractérisés par certaines espèces d'*Orthoceratites*, de *Producta*, de *Spirifer*, etc., appartenant au groupe silurien. Tous les géologues qui ont observé ce terrain ont constaté qu'il repose en couches absolument horizontales sur le versant

occidental de la chaîne du Dniéper : d'où l'on peut induire avec vraisemblance que l'apparition de cette chaîne a précédé la période silurienne.

Cette opinion touchant l'ancienneté des premiers rudiments de la région du Dniéper se lie naturellement à l'hypothèse qui semble prévaloir, dans l'état actuel de la science, sur l'origine des combustibles minéraux ; elle est d'ailleurs conforme à l'analogie, puisque dans l'Europe occidentale tous les terrains riches en combustibles sont associés à de puissantes masses minérales soulevées à une époque plus ancienne.

En admettant que la chaîne cristalline du Dniéper ait en effet cette origine reculée, on aurait encore à rechercher si la forme n'en a pas été profondément modifiée par les révolutions qui sont survenues plus tard dans la Russie méridionale. Ici la question devient plus complexe et plus difficile à résoudre.

Conformément aux opinions qui ont souvent été émises en pareil cas, on pourrait être conduit à penser que les roches cristallines si variées, pegmatites, granites, diorites, porphyres, etc., que présente la chaîne du Dniéper et du Kalmious, signalent autant d'éruptions ignées qui seraient venues à diverses époques modifier la configuration et le relief de cette chaîne ; je ne saurais toutefois partager cette opinion, ni la faire reposer sur de pareilles bases. J'ai observé beaucoup de massifs ignés en relation avec des roches

de sédiment régulièrement redressées, et possédant à un haut degré, du moins à la première vue, le caractère de formations cristallines homogènes, amenées au jour d'un seul jet : mais chaque fois que j'ai dû me livrer à l'étude approfondie d'un de ces massifs, j'ai reconnu que l'homogénéité n'était qu'apparente et que la composition minéralogique offrait toujours, comme dans la chaîne du Dniéper, une extrême complication. Sans doute, il existe ordinairement un type qui, dans une vue générale des choses, peut être considéré comme dominant, parfois même comme caractéristique, principalement dans les petits massifs de roches cristallines; mais un examen plus attentif met bientôt en évidence des variations prononcées dans la nature et surtout dans le mode d'association des éléments essentiels de ces roches. Ce qu'il importe de remarquer d'ailleurs, c'est que ces variations ne se manifestent pas seulement dans de puissantes masses minérales dont la continuité peut laisser quelques doutes : on les retrouve également, avec des passages tantôt brusques, tantôt graduels, dans de petites masses dont toutes les parties ont dû être formées simultanément ; il n'est même pas rare de découvrir de pareilles variations dans les limites d'un simple échantillon minéralogique.

Je ne prétends pas nier ici d'une manière absolue le parti utile que l'on peut tirer quelquefois de ces différences de composition minéralogique, et surtout de la présence d'éléments chimiques essentiellement

différents, pour distinguer l'âge de diverses masses ignées : je suis porté à penser néanmoins qu'il faut être très-réservé dans les applications de ce principe, surtout à l'égard des roches cristallines les plus anciennes.

En ce qui concerne la bande de pegmatites du Dniéper, la production d'une série d'infiltrations de roches cristallines me paraît assez douteuse : on concevrait difficilement pourquoi toutes les éruptions auraient été concentrées dans cette étroite région, surtout lorsqu'il est prouvé que la révolution la plus puissante dont cette contrée ait conservé l'empreinte a exclusivement affecté le terrain carbonifère. On ne s'expliquerait pas, d'une part, comment un sol cristallin si perméable n'aurait ressenti aucune impression d'une catastrophe qui redressait verticalement à peu de distance les couches carbonifères; et de l'autre, comment cette disposition aux infiltrations n'aurait pas au moins déterminé, dans le centre de la formation carbonifère, ces modifications métamorphiques si communes dans les formations de sédiment soumises à l'action directe de déjections ignées.

Il y a donc lieu de penser que la formation cristalline du Dniéper a été en grande partie formée d'un seul jet; qu'elle était émergée avant le dépôt des terrains siluriens de Podolie, de Bessarabie et de Gallicie; qu'enfin au milieu des mouvements assez complexes qui, ainsi que nous le démontrerons plus loin, ont fait varier le niveau absolu de cette extrémité sud-

est de l'Europe, les hauteurs relatives des roches siluriennes et des pegmatites n'ont subi que de légères modifications.

Le terrain silurien de Podolie et l'extrémité occidentale de la chaîne du Dniéper sont recouverts seulement par la formation crétacée ; ils présentent donc la trace évidente d'un soulèvement immédiatement postérieur à l'époque silurienne. Cette révolution a émergé les deux formations beaucoup au delà de leurs limites géologiques actuelles ; elle a favorisé la production des richesses minérales du Donetz, puisqu'elle a augmenté l'étendue du continent où croissaient les végétaux qui ont fourni, dans la période suivante, la matière première des couches de charbon ; mais elle n'a point altéré l'horizontalité des dépôts de sédiment, et n'a que très-peu modifié le relief du sol. A vrai dire, la Russie méridionale n'a ressenti que le contre-coup de la grande catastrophe qui a laissé une si profonde empreinte dans les roches siluriennes de la Bretagne, de la Normandie, des Iles-Britanniques, de l'Estramadure, etc.

Tel était l'état des choses dans la contrée du Donetz, à l'époque où les dépôts carbonifères commencèrent à se former dans la mer qui confinait au rivage septentrional de la chaîne cristalline et silurienne du Dniéper et de la Podolie. Toutes les observations faites jusqu'à ce jour se réunissent pour prouver que de semblables dépôts se formaient en même temps sur

une immense échelle (1) dans la mer où surgissaient en grand nombre les îles cristallines, cambriennes et siluriennes de Sandomir, de Saxe et de Bohême, du Hartz, du Taunus et du Hundsruck, de l'Ardenne, des Vosges, de Normandie et de Bretagne, des Iles-Britanniques, de Suède et de Norwége, de la Finlande, de l'Esthonie, de la Courlande, du Valdaï, etc. Il est également établi, par la comparaison des débris organiques, que la sédimention a dû s'opérer durant une longue période de calme et dans des conditions physiques très-uniformes; que les Iles étaient couvertes de végétaux identiques, et que les mêmes espèces d'animaux marins, essentiellement différentes des espèces propres à la période silurienne, s'étaient multipliées dans toute l'étendue de cet Océan.

Cette époque de repos a été suivie d'une perturbation qui, de même que la précédente, paraît avoir agi, dans l'ouest de l'Europe et particulièrement dans les Iles-Britanniques, avec beaucoup plus de violence qu'à l'est, dans les limites actuelles de l'empire russe. A cette époque, en effet, les couches carbonifères arrachées du sein des eaux se redressaient pour former la grande chaîne du nord de l'Angleterre; cette

(1) Les travaux récents de MM. Murchison, Ed. de Verneuil, de Meyendorf, Keyserling et Blasius ont singulièrement développé les notions que l'on avait jusqu'à ces derniers temps sur l'étendue du système carbonifère dans l'intérieur de l'empire russe : on sait maintenant que cette formation s'étend en nappes continues et toujours horizontales, depuis les environs de Toula et de Kalouga jusqu'au delà d'Archangel.

force, soulevant les îlots de terrains anciens qui dessinaient déjà le contour de l'Irlande, émergeait violemment le sol carbonifère déposé entre eux, et donnait à peu près à cette île la forme qu'elle a conservée jusqu'à ce jour. En Russie, au contraire, cette révolution élevait, sans rupture, à une faible hauteur au-dessus des eaux, un massif carbonifère, le plus vaste que l'on connaisse, puisqu'il s'étend sur une longueur de 1,900 kilomètres au moins, depuis le Dniéper inférieur jusqu'à la mer Blanche.

Cette immense chaussée, jetée par la révolution carbonifère, entre les formations cristallines du pôle et celles du midi de l'empire russe, est selon toute apparence l'accident naturel le plus propre à caractériser la direction suivant laquelle cette révolution a ridé le sol de l'Europe. Cette digue coupe le méridien de Moscou entre le nord et le nord-nord-est : elle offre un parallélisme évident avec la chaîne carbonifère du nord de l'Angleterre.

C'est donc aux deux extrémités de la mer carbonifère que s'est principalement manifestée la catastrophe qui en a brusquement changé le régime. Dans la vaste région comprise entre ces deux axes de soulèvement, les dépôts qui venaient de se former n'ont été émergés que de loin en loin, sur une étendue comparativement bornée, et toujours à proximité des îles préexistantes.

Les nombreux massifs qui se montrent en Belgique, en Westphalie, en Saxe, en Bohême, en Silésie, en Suède, en Norwége, etc., semblent indiquer en

effet qu'une grande nappe carbonifère, cachée au-dessous des formations plus récentes ou des mers actuelles, relie la plupart de ces affleurements, soit entre eux, soit avec les grands dépôts contemporains de la Russie et des Iles-Britanniques. L'intérêt puissant qu'excitent aujourd'hui les gîtes de combustibles que cette formation renferme a d'ailleurs conduit à constater directement que les terrains carbonifères du nord de l'Europe s'étendent en plusieurs localités, au delà de leurs limites apparentes, au-dessous des dépôts plus récents. C'est ainsi que sur les pas du mineur, le géologue peut maintenant suivre, à une grande distance de leurs affleurements, la formation carbonifère de Belgique, au-dessous des nappes crétacées et tertiaires du Hainaut français; celle de Whitehaven (Cumberland), au-dessous de la mer d'Irlande; etc.

Au premier aperçu, il semble naturel de supposer que la révolution qui a mis fin à la période carbonifère et qui a fait surgir au-dessus des eaux le centre de la Russie d'Europe, a produit dans les plateaux du Donetz les profondes dislocations que j'ai décrites; mais j'ai dû renoncer à cette opinion par les motifs que je vais exposer.

Il ne semble pas possible de séparer les phénomènes qui ont émergé, d'une part, la zone de terrain carbonifère qui s'étend d'Archangel à Kalouga, de l'autre, les plateaux du Donetz. Ces derniers sont en effet dans le prolongement mathématique de cette zone, et, comme elle, ils ne sont recouverts par aucun terrain plus moderne. Mais si toute la formation

carbonifère, qui partage à peu près en deux parties égales la Russie d'Europe, a été émergée d'un seul trait d'Archangel à Novo-Tcherkask, il semble contraire à toute analogie d'admettre qu'une révolution qui a produit une si longue protubérance rectiligne orientée du nord-nord-est au sud-sud-ouest, ait pu rider les strates carbonifères du Donetz, de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, c'est-à-dire dans une direction perpendiculaire à l'axe de soulèvement.

Il est également peu naturel de supposer qu'une révolution qui a laissé subsister l'horizontalité primitive des couches sur les deux tiers de la zone soulevée, d'Archangel à Kalouga, ait pu en même temps disloquer si profondément les couches du Donetz, et surtout y produire des fissures et des lignes de rupture suivant des directions si diverses.

Il faut donc rapporter à une époque plus récente la révolution qui a produit dans la chaîne du Donetz les profondes dislocations décrites dans le paragraphe précédent; c'est à la détermination de cette époque que je vais maintenant m'attacher.

Il a été établi dans le précédent paragraphe que les marnes de Bakhmouth se sont déposées sur les couches déjà redressées de la formation carbonifère: la zoologie, en déterminant l'âge de ces marnes, fixera donc aussi l'époque la plus récente que l'on puisse attribuer à la révolution principale de la chaîne du Donetz. Mais, à défaut de cette preuve rigoureuse, diverses considérations, qui vont être successivement

exposées, permettent de hasarder à ce sujet une opinion très-vraisemblable.

Dans son beau mémoire sur les soulèvements des montagnes (1), M. Élie de Beaumont a décrit, sous le nom de *Système des Pays-Bas et du sud du pays de Galles*, un ensemble d'accidents de stratification qui ont affecté les couches anciennes de sédiment, y compris celles du zechstein, mais qui ne s'étendent pas jusqu'aux couches appartenant aux groupes du grès des Vosges et du trias. Cette révolution a laissé de nombreuses traces qui peuvent être observées depuis le comté de Mansfeld jusqu'à l'extrémité occidentale du pays de Galles, sur une étendue de 900 kilomètres environ; elle a violemment disloqué plusieurs massifs carbonifères compris entre ces points extrêmes, tout en ne produisant à la surface du sol que de très-faibles protubérances. M. Élie de Beaumont conclut de tous les faits observés que cette ligne de fractures est dirigée suivant un grand cercle traversant le bassin de zechstein du Mansfeld et de la Hesse perpendiculairement au méridien.

Or il est très-digne de remarque que ce grand cercle prolongé vers l'est va précisément passer par l'arête culminante de la chaîne du Donetz; et qu'en outre il coupe le méridien de Bakhmouth sous un angle de 69°, c'est-à-dire parallèlement à la direction moyenne des roches carbonifères. Cette coïncidence

(1) *Manuel géologique* par Henry T. de la Bèche; traduction française, Paris, 1833, page 631.

géométrique est très-frappante, surtout quand on la rapproche de plusieurs autres analogies, que présentent les systèmes carbonifères du Donetz et des Pays-Bas, et qui seront signalées ci-après : aussi est-il naturel de supposer que les couches de sédiment de ces deux contrées ont été redressées par une même cause. Dans cet ordre d'idées, la révolution qui a particulièrement contribué à produire le relief de la chaîne du Donetz coïnciderait avec celle qui a émergé le zechstein, le vieux grès rouge et le terrain carbonifère au midi du Hartz, et dont le mineur retrouve aujourd'hui la trace dans les nombreux replis des couches de charbon de la Westphalie, des Pays-Bas et du pays de Galles ; cette catastrophe aurait immédiatement précédé les périodes géologiques caractérisées par le grès des Vosges et par le trias.

Si maintenant on fait une revue des divers terrains qui, dans le système carbonifère du nord-ouest de l'Allemagne, occupent la même position géologique que les marnes de Bakhmouth dans le système du Donetz, on se trouve conduit par l'analogie à rapporter ces dernières au groupe des marnes irisées. Parmi les raisons qui motivent ce rapprochement, et qui se présentent naturellement à la pensée quand on considère les faits exposés dans le précédent paragraphe, j'indiquerai particulièrement les suivantes.

Sur la direction de la grande ligne de fractures dont les points extrêmes sont marqués par les terrains carbonifères du Donetz et du pays de Galles, il existe un district qui offre, dans sa constitution géolo-

gique, une très-grande ressemblance avec la contrée du Donetz : c'est celui qui s'étend entre le Wéser et le Rhin, depuis Minden jusqu'à Dusseldorf.

La grande formation carbonifère du bassin de la Rhur est émergée et redressée de l'est à l'ouest, dans le prolongement de la ligne de rupture des couches carbonifères du Donetz; elle s'appuie au sud sur les terrains anciens du Westerwald, exactement comme celles-ci s'appuient sur le massif cristallin du Dniéper.

Vers le nord, la bande carbonifère de la Rhur est immédiatement recouverte, exactement comme l'est celle du Donetz, par les deux étages de la formation crétacée.

Pour montrer que l'analogie se soutient jusque dans les moindres détails, il faut encore remarquer qu'au nord de la bande carbonifère de la Rhur on voit affleurer çà et là, aux environs d'Osnabrück, des lambeaux de terrain carbonifère disposés au milieu des nappes crétacées supérieures, comme les îlots carbonifères de Slavianka et de Pétrovskaïa dans le système du Donetz.

Le terrain crétacé recouvre immédiatement, ainsi qu'on vient de le dire, le terrain carbonifère sur les trois quarts au moins de l'espace compris entre le Rhin et le Wéser; mais, plus près du Wéser, le terrain crétacé repose sur une formation secondaire superposée elle-même, à stratification discordante, au terrain carbonifère : cette formation se trouve donc intercalée, dans le système de la Rhur, entre

les couches carbonifères et crétacées, précisément comme les marnes gypso-salifères de Bakhmouth dans le système du Donetz.

Or les formations secondaires qu'on rencontre à partir du terrain crétacé de Paderborn, quand on se dirige vers le Wéser, appartiennent exclusivement au groupe du trias; et l'étage qui domine dans cette région est celui des marnes irisées.

La similitude de gisement établit entre les marnes du Wéser et celles de la Bakhmouth un rapprochement d'autant plus naturel, que cette première analogie est en connexion avec une identité complète dans la composition minéralogique : les marnes de Bakhmouth, avec leurs couches subordonnées de grès, de dolomies, de gypse et de sel gemme, ressemblent tellement aux marnes irisées que j'ai eu occasion d'observer en Lorraine et près du Wéser, que je serais embarrassé de signaler des différences entre ces deux groupes de dépôts. Les marnes de Bakhmouth et celles du Wéser offrent encore pour caractère commun, de se montrer beaucoup moins riches en restes organiques que les couches crétacées et carbonifères.

Sans doute, les ressemblances dans le gisement et dans la composition minéralogique ne peuvent complétement suppléer, pour la spécification des marnes de Bakhmouth, aux preuves déduites de l'étude des restes organiques; il faut remarquer cependant que de pareilles ressemblances se manifestent également à ces deux extrémités de l'Europe pour d'au-

tres terrains que la zoologie classe avec certitude, soit dans le groupe carbonifère, soit dans le groupe crétacé : si donc l'identité de composition minéralogique persiste, malgré d'énormes distances géographiques, dans des dépôts contemporains pour des formations aussi éloignées dans l'échelle géologique, elle peut aussi être invoquée avec beaucoup de vraisemblance, à défaut de caractères zoologiques, pour rapprocher deux dépôts appartenant à une période intermédiaire.

Les considérations que je viens de présenter, jointes aux faits exposés dans le paragraphe précédent, semblent motiver les conclusions suivantes.

Les couches carbonifères du Donetz ont tout au plus été partiellement ridées dans la direction du nord au sud, lors de la révolution qui a mis fin à la période carbonifère : ce redressement, qui aurait été à peine sensible dans la Russie centrale et septentrionale, se serait surtout fait sentir dans les parties de la formation du Donetz les plus éloignées du massif cristallin du Dniéper : et la trace en aurait été conservée jusqu'à ce jour, malgré des bouleversements plus récents, dans les groupes de houillères du Donetz supérieur et de Licitchia-Balka.

A la suite de cet ébranlement, le massif carbonifère du Donetz se trouvait probablement soudé à celui de la Russie centrale : il formait l'extrémité méridionale de la longue chaussée qui venait de surgir au-dessus des eaux, et qu'on pourrait appeler l'axe géologique de la Russie d'Europe. C'est en raison



de cet état de choses que les couches de sédiment n'ont pu se déposer, au nord des plateaux actuels du Donetz, dans une région alors émergée, pendant les périodes du vieux grès rouge et du zechstein.

Avant la période du trias, la même révolution qui ridait de l'est à l'ouest les formations carbonifères du pays de Galles, des Pays-Bas et du bassin de la Rhur, a brisé dans la direction de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est les strates du Donetz, et donné à la région carbonifère de cette chaîne le relief qu'on y observe aujourd'hui. La même cause qui portait à un niveau plus élevé les roches carbonifères du Donetz abaissait, par un mouvement de bascule, la partie de cette formation comprise entre Izioum et Kalouga, et rétablissait ainsi, de l'est à l'ouest, une communication entre les mers que la chaîne carbonifère avait séparées pendant la période précédente.

C'est ici le lieu de présenter une observation qui peut jeter quelque lumière sur l'histoire géologique de l'Europe centrale. M. Élie de Beaumont, en décrivant les caractères de la révolution qui a suivi la période carbonifère, fait remarquer que cette catastrophe a élevé la chaîne du nord de l'Angleterre et les falaises du département de la Manche dans la direction du nord au sud. D'un autre côté, il est maintenant établi que la longue chaussée carbonifère qui s'étend de la mer Blanche au Donetz a été soulevée à la même époque dans une direction exactement parallèle. Il est donc probable que les ter-

riode du trias, et dont les traces sont si visibles dans le sol de la France et de l'Allemagne, s'est également fait sentir dans le système du Donetz : c'est ce que prouvent, et l'absence complète du terrain jurassique au-dessus des marnes de Bakhmouth, et les discordances que présentent, dans leurs contours, la formation marneuse et la formation crétacée. Au reste, cette révolution, de même que toutes celles qui ont pu précéder la période crétacée, n'a point produit de commotion violente dans la chaîne du Donetz; car on remarque que les couches de la formation de Bakhmouth sont restées à peu près horizontales, ou du moins qu'elles ne sont pas plus disloquées que les couches de la formation crétacée. La résultante de tous les mouvements imprimés à la chaîne du Donetz entre ces deux périodes a eu généralement pour effet d'abaisser le niveau du sol, puisque la formation crétacée s'est déposée presque partout sur les roches carbonifères et cristallines; le sol n'a été exhaussé que dans le bassin de la rivière Bakhmouth, où la mer crétacée n'a pu recouvrir les marnes gypso-salifères.

Lors même que l'étude des restes organiques démontrerait plus tard que les marnes de Bakhmouth doivent être rapportées à une époque distincte de celle du trias, il n'en resterait pas moins prouvé, aussi bien par les caractères zoologiques que par ceux que je viens d'indiquer, que, dans le système du Donetz, la période caractérisée par ces marnes a été séparée des périodes crétacées, au moins par une

révolution très-importante, qui a fortement modifié le régime de la sédimentation.

La configuration des mers comprises entre les Iles-Britanniques et la Russie méridionale a subi d'assez nombreuses vicissitudes pendant la série des époques secondaires; mais toutes ces révolutions ont en définitive agi dans le même sens que la révolution caractéristique du Donetz et des Pays-Bas; c'est-à-dire qu'elles ont porté au plus haut degré la continuité de ces mers et l'uniformité de la sédimentation pendant la dernière des périodes secondaires, celle qui correspond à l'étage supérieur du terrain crétacé. C'est ce que prouvent, en premier lieu, la constance si remarquable des caractères zoologiques et minéralogiques de la craie blanche supérieure depuis la Manche jusqu'au Donetz; en second lieu, la continuité évidente des masses crétacées qui affleurent si fréquemment au-dessous des terrains tertiaires dans la région que traverse la grande ligne de fractures du Donetz et des Pays-Bas. C'est ainsi qu'on observe des relèvements de cette longue zone crétacée, dans la Russie méridionale, entre le Donetz et le Dniéper; dans les provinces polonaises, depuis Novgorod-Volhynsk jusqu'à Pulawy; au nord de Cracovie; en Silésie, dans la vallée de l'Oder; sur les pentes du Hartz; entre le Wéser et le Rhin; dans les Pays-Bas; enfin dans les bassins de Londres et de Paris.

Il est donc vrai de dire que l'ensemble des révo-

lutions de la période secondaire a eu pour résultat définitif de rendre plus profonde et plus régulière l'empreinte marquée sur le continent européen par la révolution qui a donné leur relief aux chaînes carbonifères du Donetz et des Pays-Bas.

La constance des caractères de la craie supérieure au nord de la grande ligne de fractures du Donetz et des Pays-Bas, sur une étendue de 3,500 kilomètres, est certainement un fait digne d'attention ; mais ce fait devient plus remarquable encore lorsque l'on considère les profondes différences qui existent entre cette grande zone crayeuse et celles qui ont été déposées, à la même époque, à une distance de 500 kilomètres seulement vers le sud, près du bassin actuel de la Méditerranée. Il est donc intéressant de rechercher dans la constitution géologique du continent européen l'explication de ces identités et de ces différences ; cette discussion est d'autant mieux placée ici, que nos recherches sur la chaîne du Donetz mettent en évidence plusieurs faits décisifs qui jusqu'à présent n'avaient pu être appréciés par les géologues.

Les dernières révolutions secondaires n'ont pas eu seulement pour résultat de rétablir la continuité qui existait, pendant la période carbonifère, dans la grande mer qui couvrait l'Europe centrale au nord de la ligne tirée du Donetz aux Pays-Bas ; d'autres changements fort importants s'étaient produits, entre la période du zechstein et la dernière période cré-

tacée, dans la constitution topographique des terres situées au midi de cette mer. Les îles cristallines, cambriennes, siluriennes et carbonifères, qui, à la première époque, formaient un archipel compris entre les massifs du Dniéper et de la Bretagne, avaient été successivement soudées l'une à l'autre par les dépôts de sédiment postérieurs, et faisaient alors partie d'un même continent. La mer qui existait précédemment entre l'île de Saxe et Bohême et celle de Bretagne avait été remplacée par de grandes masses de sédiment formées pendant les périodes du trias et du Jura. A l'est, le solide contre-fort du grès crétacé inférieur des Carpathes s'était élevé en avant des roches cristallines et des strates anciennes de sédiment de la Hongrie et de la Transylvanie; il reliait sans interruption les terrains anciens de la Moravie et de la haute Silésie avec les plateaux siluriens de la Podolie, et, par conséquent, avec les chaînes du Dniéper et du Donetz, qui depuis longtemps s'élevaient comme ces dernières au-dessus des eaux.

Au commencement de la seconde époque crétacée, la partie principale du continent européen avait donc la forme d'un triangle, très-allongé dans la direction de l'est à l'ouest, ayant son sommet dans la région du Donetz, et dont la base s'étendait du cap Finistère au cap que formait déjà la côte de Provence. Le côté nord de ce triangle était marqué par une ligne très-peu ondulée, et la mer qui y confinait était entièrement libre; par opposition, la mer qui était bornée par le côté méridional du triangle était déjà frac-

tionnée par une foule d'îles et de promontoires, premiers rudiments de la Turquie d'Europe, de la Grèce et des péninsules d'Italie et d'Espagne. Le fait sur lequel il importe d'insister, c'est que ce continent n'offrait intérieurement aucune communication entre les deux mers qui baignaient au nord et au sud ces deux longues lignes de rivages.

Le promontoire carbonifère traversé aujourd'hui par la rivière Bouistraïa, et dont la formation crétacée dessine si distinctement le contour sur la carte géologique jointe à cet ouvrage, formait donc alors l'extrémité orientale de la principale partie du continent européen, et celui-ci se rétrécissait peu à peu de ce côté en une pointe très-étroite. Pendant la deuxième période crétacée, les plateaux carbonifères du Donetz étaient donc au continent européen ce que sont aujourd'hui, à l'Amérique et à l'Afrique, le cap Horn et le cap de Bonne-Espérance. Un pareil état de choses a dû naturellement amener dans le régime des deux mers crétacées du Nord et du Midi des différences analogues à celles qu'on observe aujourd'hui sur les rivages opposés de ces deux derniers continents. De plus, en comparant la configuration complexe de la mer crétacée méridionale avec la simplicité des rivages de la mer du Nord, on comprend très-bien pourquoi la craie se montre si uniforme depuis la Manche jusqu'au Donetz, tandis que, de ce dernier point jusqu'à l'ouest de la Méditerranée, les masses crétacées de la Crimée, de la Turquie d'Europe, de la Grèce, de la Dalmatie, de l'Italie et

de l'Espagne présentent entre elles des différences si prononcées.

Cette conclusion, si importante pour l'histoire de l'époque crétacée, exige cependant une explication. En traçant une carte géologique de l'Europe orientale, on reconnaît que la chaîne secondaire des Carpathes est séparée de celle du Dniéper par un vaste plateau de terrains tertiaires ; d'où l'on doit inférer que, pendant les périodes tertiaires, un large détroit établissait, dans cette partie de l'Europe, une communication entre les mers du Nord et du Sud. Ce fait ne contredit nullement celui que je viens d'indiquer pour la période crétacée. On peut constater en effet dans le bassin supérieur du Dniester, que la grande nappe crétacée de la Pologne et de la Gallicie ne s'étend pas vers le sud plus loin que Grodek, où le Dniester reçoit la rivière Sered ; et qu'au delà, le terrain silurien est immédiatement recouvert par les formations tertiaires. Il résulte de ces deux faits que, pendant la seconde époque crétacée, le terrain silurien opposait aux flots une digue continue qui, passant par Kamenetz-Podolsk, s'étendait des Carpathes à la chaîne cristalline du Dniéper. La rupture de cette digue et le rétablissement d'une communication entre les mers du Nord et du Sud ont été le résultat d'une puissante catastrophe qui, par une large compensation, a émergé, à l'est et au nord de la chaîne du Donetz, une grande étendue de dépôts crétacés.

La position que le plateau carbonifère du Donetz

a occupée pendant la deuxième époque crétacée place donc cette contrée au nombre des localités les plus remarquables que l'on puisse citer dans l'histoire géologique de l'Europe.

Tous les géologues qui exploreront cette partie du continent devront visiter les vastes escarpements de roches calcaires que j'ai découverts sur les bords de la Bouistraïa, et tous seront frappés de l'anomalie que présentent leurs formes vivement accusées, au milieu de ces steppes monotones. Les fissures naturelles de la stratification y ont été corrodées d'une manière si profonde et en même temps si spéciale à cette partie de la chaîne, qu'en les apercevant pour la première fois, on se trouve immédiatement porté à conclure que les roches de ce district ont dû être soumises à des causes énergiques et exceptionnelles de destruction. Les conditions particulières dans lesquelles le promontoire de la Bouistraïa est resté jusqu'à la fin des périodes crétacées expliquent ces singuliers phénomènes. Les calcaires de la Bouistraïa ont formé pendant la plus grande partie des périodes secondaires l'extrémité orientale de l'Europe, et ont reçu, par conséquent, pendant une longue série de siècles, tout l'effort de la mer qui s'étendait au loin vers l'est. Cette disposition était entièrement symétrique avec celle qu'affectait aux mêmes époques le promontoire occidental de la province de Munster, en Irlande; mais ce dernier, à l'extrémité la plus occidentale de l'Europe, oppose encore ses falaises carbonifères aux tempêtes de l'Océan; tandis que de-

vant les falaises contemporaines, dont les restes se voient sur les rives de la Bouistraïa, le silence des steppes a depuis longtemps succédé au bruit des flots.

Avant de quitter ce sujet, je crois utile de faire remarquer que le soulèvement de la grande chaîne des Carpathes, entre la première et la seconde époque crétacée, est l'une des causes qui ont le plus puissamment contribué à dessiner ce massif triangulaire central que j'ai précédemment signalé. Cette révolution, qui a principalement agi dans l'est de l'Europe, a cependant laissé vers l'ouest des traces assez distinctes, ainsi que M. Élie de Beaumont l'a indiqué depuis longtemps (1). C'est elle qui a définitivement séparé les mers crétacées du Nord et du Sud : elle a ainsi esquissé un des traits les plus caractéristiques de l'Europe actuelle, puisque ces deux lignes de mers, malgré les modifications produites par les révolutions tertiaires, se retrouvent encore, d'une part, dans la Baltique, la mer d'Allemagne et la Manche; de l'autre, dans la mer d'Azov, la mer Noire et la Méditerranée. La révolution qui a suivi l'époque du grès vert a une telle importance dans le système général de l'Europe, qu'il semble dorénavant peu philosophique de placer dans un même groupe les deux terrains réunis jusqu'à présent sous le nom de formation crétacée. Il semble que le nom de *grès des*

(1) *Manuel géologique*, par Henry T. de La Bèche, traduction française, Paris, 1833, page 640.

Carpathes conviendrait mieux à l'étage inférieur, et que le nom de *craie* devrait être réservé à l'étage le plus récent. Ce n'est pas que je veuille nier les passages insensibles qui, dans le nord-ouest de l'Europe, ont très-logiquement conduit à réunir ces deux systèmes de dépôts dans un même groupe ; la direction des premières études géologiques a rendu ce rapprochement aussi naturel que celui qu'il convient de maintenir jusqu'à présent entre les subdivisions du groupe jurassique. Mais ces rapprochements doivent disparaître à mesure que de nouvelles observations viennent constater des différences qui avaient échappé aux premiers observateurs ; si, au lieu d'avoir été faites dans le bassin de Paris, les premières descriptions classiques de la craie proprement dite avaient eu pour objet le bassin de Lemberg en Gallicie, on n'aurait jamais songé à grouper ce terrain avec les grès et les sables équivalents au grès des Carpathes.

La grande catastrophe qui a suivi la période crétacée a laissé une profonde empreinte dans le système du Donetz, bien qu'elle n'y ait pas produit des accidents topographiques aussi prononcés que ceux qu'on observe dans les chaînes essentiellement crétacées. Cette révolution a complétement modifié, dans cette partie de l'Europe, la configuration des mers : en effet, elle a soudé à la chaîne du Donetz une partie des steppes crétacées qui s'étendent, à l'est, vers le Don et le Volga ; tandis qu'elle a séparé cette même chaîne du massif des Carpathes, en abaissant

au-dessous des eaux le terrain silurien de la Podolie et la craie de la Pologne. C'est peut-être à cette révolution qu'il faut attribuer l'origine de ces fractures qu'on observe de loin en loin dans les marnes argileuses de Bakhmouth et dans les deux étages crétacés. L'inclinaison, qui dépasse rarement 4°, est trop faible pour que l'on puisse indiquer avec certitude la direction moyenne de ces rides. La direction que j'ai observée le plus fréquemment est N. 65° O.; elle s'écarte beaucoup de la direction parallèle à la ligne de rupture des Pyrénées, laquelle coupe le méridien de Bakhmouth sous l'angle N. 47° O.

La révolution qui a donné naissance à la grande falaise comprise entre les embouchures du Don et du Danube est nettement caractérisée par l'âge des dépôts qui en occupent le sommet; elle correspond à la fin de la période durant laquelle se sont formés les calcaires poreux coquilliers d'Odessa et de Novo-Tcherkask. Cette grande fracture a une direction essentiellement différente de celles qui ont affecté les dépôts tertiaires de l'Europe occidentale, et je ne trouve aucun motif pour en faire remonter l'origine à l'un des systèmes de soulèvement signalés jusqu'à ce jour. Deux raisons principales m'ont conduit, au contraire, à rattacher la production de la falaise pontique à un système particulier de soulèvement dont le principal centre d'action se serait développé dans la Crimée et dans le Caucase.

Il existe en effet une connexion frappante entre

le soulèvement de cette falaise et les mouvements de terrain les plus récents de ces deux chaînes; sans doute, cette révolution n'a affecté que médiocrement le relief qui était déjà très-fortement accusé dans ces montagnes à la fin des périodes secondaires, mais on reconnaît aisément qu'elle a exercé une profonde influence sur l'hydrographie des contrées adjacentes. Ainsi la presqu'île de Kertch, à l'est de la grande chaîne de Crimée; le Kouban et le Terek, au nord du Caucase; le Phase, sur le versant opposé, sont exactement parallèles l'un à l'autre et à la falaise pontique. On peut même remarquer que la côte tertiaire de la presqu'île de Kertch et la partie inférieure du Kouban sont disposées suivant une même ligne exactement parallèle à celle tirée, de Nagavskaïa sur le Don à Galatz sur le Danube, par Kherson et Akermann. Ces deux portions de grand cercle coupent l'une et l'autre le méridien de Bakhmouth sous l'angle N. 100° O.

En second lieu, j'ai découvert dans le Bosphore cimmérien les traces évidentes d'un soulèvement très-récent qui a violemment disloqué, et parfois même redressé jusqu'à la situation verticale, les couches tertiaires dont se composent exclusivement les deux rives de ce détroit. Ainsi, sur la falaise occidentale de la baie de Kertch, on observe une puissante formation de marnes argileuses et de calcaires, à couches inclinées ou verticales, contenant des fossiles entièrement identiques avec ceux que présente le système tertiaire inférieur de Taganrog; de l'autre

côté du détroit, près de Taman, affleure un calcaire poreux et coquillier, dont les couches inclinées de 45° et presque entièrement formées de *Cardium*, de *Mytilus*, de *Dreissena*, de *Paludina*, etc., paraissent appartenir à l'étage supérieur du terrain tertiaire pontique. Onze directions à peu près parallèles, observées sur ces strates tertiaires redressées, m'ont donné pour moyenne N. 118° O. A la vérité, cette direction n'est pas identique avec celle de la falaise pontique, qui coupe le méridien de Kertch sous l'angle N. 103° O ; mais ces observations, faites dans un très-petit nombre de localités, ne peuvent être adoptées comme une moyenne pour l'ensemble des presqu'îles de Kertch et de Taman ; elles ne sont pas d'ailleurs assez anomales pour faire repousser la conclusion, que le redressement des couches tertiaires de Crimée et le soulèvement de la falaise pontique ont été produits par une même catastrophe.

Les soulèvements de ces deux presqu'îles et de la Russie méridionale ont contribué plus que toute autre cause à produire la configuration actuelle de la mer Noire et de la mer d'Azov ; et si, comme je le pense, ils sont le résultat d'une révolution essentiellement différente de celles dont, jusqu'à présent, on a trouvé les traces dans l'Europe occidentale, il conviendrait à tous égards de les caractériser, dans une nomenclature des révolutions de la surface du globe, par la dénomination de *Système de la mer Noire*.

A partir de cette époque, la Russie méridionale

avait à peu près acquis le relief qu'on observe aujourd'hui ; cependant les faits précédemment signalés (§ 1er, art. 8) prouvent que le sol y a été de nouveau ébranlé à une époque plus récente.

Ce dernier soulèvement se rattache à la période actuelle ; il a pour traces irrécusables les grès marins récents, observés sur la côte de Taman à 13 mètres au-dessus du niveau de la mer, et qui renferment des coquilles marines entièrement identiques avec des espèces vivantes de la mer Noire. Il faut peut-être attribuer à cet événement la configuration actuelle du Bosphore cimmérien, de même que l'exhaussement partiel de la steppe de Crimée et des plaines basses comprises entre la Caspienne et la mer d'Azov : à ce sujet, je ferai remarquer qu'un nouvel ébranlement, qui élèverait le bassin de la mer d'Azov d'une quantité égale à la hauteur de la falaise Ioujnaïa, mettrait cette mer complétement à sec, et étendrait jusqu'à la mer Noire l'isthme caucasien et l'embouchure du Don.

Le terrain d'eau douce caractérisé par les genres *Unio, Anodonta* et *Paludina*, qui s'élève à Taganrog à 20 mètres au-dessus du niveau de la mer, pourrait encore être cité comme indice d'un mouvement très récent, dans le sol de la Russie méridionale ; toutefois ce terrain ne se rattache pas à la période actuelle aussi évidemment que les dépôts arénacés de la falaise Ioujnaïa ; peut-être même sera-t-il prouvé qu'il n'est, comme celui de Kamouich-Bournoune, qu'une modification locale de l'étage supérieur du terrain tertiaire pontique. Dans cette manière de voir, le

plateau de Taganrog aurait été émergé à la même époque que les autres parties de la grande falaise; et les soulèvements qui ont certainement eu lieu pendant la période actuelle entre les chaînes de Crimée et du Caucase ne se seraient pas étendus jusqu'à la contrée qui a été plus particulièrement décrite dans cet ouvrage. Cette présomption est en elle-même très-vraisemblable; car les chaînes du Caucase et du Donetz constituent des systèmes essentiellement différents. L'action des forces géologiques paraît avoir persisté dans la première beaucoup plus longtemps que dans la seconde : c'est ainsi qu'on ne voit dans la chaîne du Donetz aucune trace de ces phénomènes volcaniques, qui ont joué un si grand rôle dans la Crimée et dans le Caucase, et dont on retrouve encore quelques vestiges dans les éruptions gazeuses et boueuses de Kertch et de Taman.

En résumé, la plupart des révolutions de la surface du globe, qu'a révélées l'étude géologique de l'Europe occidentale, ont successivement concouru à façonner la Russie méridionale et la contrée du Donetz; mais trois d'entre elles ont plus particulièrement contribué à produire les principaux mouvements du sol et les principales lignes de fractures. Ces trois révolutions sont celles qui ont immédiatement suivi le dépôt du zechstein, de la craie et du terrain tertiaire pontique.

La première a fortement redressé les couches carbonifères; elle a produit la ligne de faîte qui s'étend dans la chaîne du Donetz, de Tchernikina à Kartou-

china, et elle a allongé dans le même sens le massif cristallin du Dniéper; cette ligne, qui coïncide avec la direction la plus habituelle des couches redressées, coupe le méridien de Bakhmouth sous l'angle N. 69° O.

La seconde n'a produit, à proximité du Donetz, ni grandes lignes de rupture, ni redressement de couches; il est par conséquent difficile d'apprécier la direction suivant laquelle elle a ébranlé le sol; elle a surtout eu pour effet d'émerger sur une très-grande étendue les dépôts crétacés, et de modifier essentiellement, dans cette partie de l'Europe, la configuration des mers.

La troisième n'a affecté que très-peu l'horizontalité du terrain tertiaire dans la steppe pontique; elle a, au contraire, redressé jusqu'à la situation verticale les couches de ce terrain sur les deux rives du Bosphore cimmérien; enfin elle a élevé, à une hauteur moyenne de 30 à 50 mètres au-dessus du niveau de la mer, tout le sol de la Russie méridionale. La direction de ce soulèvement est clairement indiquée par la falaise pontique, grande faille qui, se prolongeant de Galatz sur le Danube à Nagavskaïa sur le Don, coupe le méridien de Bakhmouth sous l'angle N. 100° O.

Ces trois révolutions ont affecté à peu près uniformément les formations au milieu desquelles coulent le Dniéper et le Donetz; et c'est sans doute à cette cause qu'il faut attribuer la symétrie remarquable que pré-

sentent ces deux fleuves dans la partie inférieure de leur cours.

Le cours du Dniéper offre en effet les quatre subdivisions que j'ai spécialement décrites pour le Donetz, dans le premier chapitre de cet ouvrage. Ainsi que l'indique le croquis, fig. 2, pl. Ire, joint à la carte géologique, ces subdivisions peuvent être établies par trois courbes à peu près parallèles qui rencontreraient respectivement le Dniéper et le Donetz : la première, à Kanev et à Zmiev ; la deuxième, à Ekaterinoslav et à Diadine ; la troisième enfin, près d'Alexandrovsk (aux dernières cataractes du Dniéper) et près d'Oust-Bouistrianskaïa.

Au nord de la première courbe, les deux fleuves coulent à peu près du nord au sud, suivant la pente générale des plateaux de la Russie centrale.

Entre la première et la deuxième courbe, le massif cristallin du Dniéper et le massif carbonifère du Donetz empêchent ces deux fleuves de suivre leur première direction, et les rejettent vers l'est-sud-est. Le Dniéper et le Donetz coulent dès lors à la limite commune des formations anciennes et de la formation crétacée.

Entre la deuxième et la troisième courbe, les deux fleuves traversent les massifs anciens contre lesquels ils appuyaient jusque-là leur rive droite ; ils rejoignent ainsi respectivement, à Alexandrovsk et à Bouistrianskaïa, les terrains tertiaires et crétacés, lesquels forment, au sud de ces massifs, un étroit plateau borné lui-même vers le sud par la grande falaise pontique.

Dans la dernière partie de leur cours, les deux fleuves, encaissés au fond de cette steppe tertiaire ou crétacée, coulent d'abord vers le sud-ouest, jusqu'à ce qu'ils aient débouché à Bérislav et près de Staro-Tcherkask, dans les plaines basses, situées au delà de la falaise pontique ; enfin ils se rendent à la mer, longeant par leur rive droite le pied de la falaise, et limitant par leur rive gauche ces vastes plaines qui s'élèvent seulement à quelques mètres au-dessus du niveau de la mer.

Il est digne de remarque que, sauf quelques variations dans les directions que je viens d'indiquer, le Don, à l'est des deux fleuves précédents, présente une disposition toute semblable. Les trois courbes décrites, étant prolongées à peu près parallèlement l'une à l'autre (voir pl. Ire, fig. 2), déterminent en effet à Kalitva, à Krémenskaïa et à Katchalinsk quatre subdivisions symétriques avec les précédentes. Dans la dernière partie de son cours, le fleuve vient de même déboucher à Nagavskaïa, dans la falaise pontique ; puis il longe le pied de cette falaise, exactement dans la même direction que la partie correspondante du Dniéper et du Donetz, jusqu'à ce qu'il ait rejoint ce dernier. Il résulte de ces rapprochements que, contrairement à l'ordre de prééminence indiqué par le volume des eaux, c'est le Don qui doit être considéré comme l'affluent du Donetz : cette disposition est évidente quand on observe le confluent des deux fleuves du haut des escarpements du Soukhoï-Donetz (voir pl. Ire, coupe n° 1) ; elle est même frappante sur les

plus mauvaises cartes du pays. Si la mer baignait encore le pied de la falaise, ainsi que cela avait lieu vraisemblablement après la révolution pontique, les embouchures du Donetz et du Don seraient indépendantes l'une de l'autre : si, d'un autre côté, les commotions récentes qui ont produit, au moins en partie, les isthmes situés au nord des chaînes de Crimée et du Caucase, avaient également mis à sec le fond de la mer d'Azov, le Donetz, grossi par les eaux du Don, au lieu de déboucher directement dans cette mer, continuerait à suivre par Taganrog, Marioupol, etc., le pied de la falaise pontique, et rejoindrait le Dniéper à Bérislav.

La révolution qui a immédiatement suivi le dépôt du terrain tertiaire pontique a, comme on voit, exercé une grande influence sur la constitution topographique de la Russie méridionale. A la vérité, cette catastrophe n'a point brisé les couches de sédiment avec la même violence que le système de fractures des Pays-Bas et du Donetz; le rôle important qu'elle joue dans l'hydrographie de cette contrée provient de ce que son action s'est étendue sur de très-grandes surfaces.

Les commotions récentes dont l'existence est prouvée par l'émersion des sables marins de Taman et peut-être par celle du terrain d'eau douce de Taganrog, n'ont qu'une importance très-secondaire, par comparaison avec la révolution qui a mis fin à la période pontique. Elles ont moins affecté le relief du

sol ; et si leurs traces sont aujourd'hui très-distinctes, si elles ont dessiné plusieurs des principaux contours de la mer Noire et de la mer d'Azov, c'est qu'elles ont agi à une époque comparativement récente. Elles ont eu surtout pour effet de façonner les isthmes de la Crimée et du Caucase et d'effacer en partie le rivage qui s'étendait en ligne droite du Don au Danube, au pied de la falaise pontique; mais il suffirait que le sol situé au midi de cette falaise s'abaissât de 13 mètres environ, par un ébranlement inverse de celui qui a récemment soulevé le sol de Taman, pour que toute cette contrée reprît l'empreinte donnée par la révolution pontique. La continuité serait rétablie entre la mer d'Azov, la mer Noire et peut-être la mer Caspienne; le Don, le Donetz et le Dniéper reprendraient leurs embouchures distinctes sur la falaise pontique; enfin la Crimée redeviendrait, géographiquement, ce qu'elle est réellement au point de vue géologique, une île caucasienne, tout à fait indépendante du continent européen.

CHAPITRE III.

Description des gîtes carbonifères et ferrifères.

Le charbon de terre doit être placé à tous égards au premier rang parmi les minéraux utiles que recèle la chaîne du Donetz. Il paraît être disséminé dans presque toutes les parties de la formation carbonifère ; car on en découvre de nombreux affleurements dans la plupart des localités où les strates, étant très-inclinées, sont mises à nu sur une certaine étendue. L'étude de ces gîtes a absorbé la plus grande partie du temps pendant lequel nous avons exploré la région du Donetz, et je dépasserais de beaucoup les bornes qu'il convient de donner à ce chapitre, si j'exposais ici tous les détails importants que nous avons été dans le cas de constater. D'un autre côté, par les motifs qu'on appréciera aisément à la lecture du chapitre suivant, je pense que cet ouvrage ne remplirait pas le but d'utilité en vue duquel il a été spécialement entrepris, s'il ne résumait dans un cadre commode pour les recherches une description complète de tous les faits que nous avons observés. Le plan de rédaction qui me semble remplir le mieux ces conditions obligées de concision et d'utilité con-

siste, d'une part, à coordonner tous les détails spéciaux sur des tableaux synoptiques qui sont placés à la fin de ce chapitre, et, de l'autre, à ne faire entrer dans ce texte que les considérations les plus générales, applicables à l'ensemble de ces gîtes minéraux.

Les combustibles minéraux que nous avons observés dans la chaîne du Donetz appartiennent aux espèces que les minéralogistes et les chimistes s'accordent aujourd'hui à classer sous les noms de *houille* et d'*anthracite;* et ils présentent la plupart des variétés connues dans les régions carbonifères de l'Europe occidentale.

Les anthracites de la chaîne du Donetz se distinguent minéralogiquement des autres variétés de charbon de terre par une structure très-homogène, par une cassure conchoïde brillante, et par une grande consistance : tels sont les caractères des combustibles qu'on rencontre fréquemment, au sud-ouest de la formation carbonifère, dans les ravins de la Bouistraïa, de Diédova, de Roubejnoï, de Sadkovskoï, de Dolginskoï, etc. En d'autres lieux, les anthracites offrent en grand une structure feuilletée, et se divisent en masses parallélipipédiques; en petit, ils montrent, au contraire, une structure irrégulière et une cassure inégale, comme esquilleuse : on observe, par exemple, cette dernière apparence dans les combustibles exploités près de Popovskoï, dans la vallée de la Grouchevka.

Les houilles présentent à peu près, dans leur struc-

ture et dans leur composition, toutes les qualités que fournissent les exploitations de France, de Belgique et de Grande-Bretagne. Les variétés les plus communes appartiennent à la catégorie des houilles maigres, très-gazeuses, à coke fritté; ainsi on trouve assez fréquemment, surtout à l'extrémité occidentale de la formation, des combustibles qui, par la distillation brusque en vase clos, ne donnent guère, en coke, que la moitié de leur poids. Les houilles collantes qui rendent plus de carbone à la distillation sont beaucoup plus rares que les précédentes; la variété la plus remarquable que nous ayons observée est celle qu'on exploite à Anninskoé, dans le groupe des houillères de la Lougane : par la calcination brusque, opérée dans les conditions ordinaires des laboratoires, elle se boursoufle au point de soulever le couvercle du creuset, et produit environ 0,75 de carbone fixe. Enfin on rencontre quelquefois des houilles rendant plus de carbone encore, et qui se distinguent cependant des anthracites en ce que leur poids se réduit davantage par la calcination, et surtout en ce qu'elles donnent un coke notablement fritté. Ces dernières variétés offrent une grande analogie avec celles qu'on recherche près Merthyr-Tydvil, dans le sud du pays de Galles, pour fabriquer le coke destiné à la fabrication de la fonte.

On a observé dans plusieurs bassins carbonifères de l'ouest de l'Europe que la composition chimique des charbons de terre est souvent en rapport avec

le niveau que ces combustibles occupent : les choses sont ordinairement disposées de telle sorte, que le combustible rend à la distillation une quantité de carbone fixe d'autant plus grande que le gîte qui le fournit se rapproche plus de la partie inférieure de la formation. J'avais d'abord pensé que des considérations de ce genre pourraient indiquer l'ordre de superposition des divers éléments de la formation carbonifère; mais, pour motiver un pareil classement, je n'ai pu trouver une corrélation suffisante entre les caractères tirés de la composition chimique des combustibles et ceux de la stratification.

Ainsi on peut remarquer, au milieu de nombreuses exceptions, que les combustibles sont presque exclusivement anthraciteux dans la région orientale qui confine au Don et au bas Donetz; que la plupart des houilles connues à l'extrémité opposée de la chaîne appartiennent aux variétés les plus maigres et les plus gazeuses; que les variétés les plus grasses se rencontrent surtout entre ces deux termes extrêmes dans les groupes de houillères du Toretz et de la Lougane. Mais on ne trouve dans la stratification du terrain carbonifère aucun motif qui autorise à affirmer que les roches carbonifères deviennent plus anciennes à mesure qu'on s'avance du nord-ouest vers le sud-est. Au reste, la carte géologique ainsi que les résultats chimiques publiés dans les documents joints à cet ouvrage indiquent, avec tous les détails nécessaires, les faits observés; le lecteur

pourra donc au besoin établir entre ces faits les rapprochements qui m'auraient échappé.

Pour indiquer aussi succinctement que possible le gisement des affleurements de combustibles, j'ai suivi le même système que pour les roches qui constituent essentiellement la formation carbonifère. Chacun des gîtes que nous avons reconnus a été signalé par un trait, dont la direction coïncide avec celle de la couche de charbon ; l'inclinaison est indiquée par un chiffre exprimant l'angle que cette même couche forme avec le plan horizontal, et par une flèche qui marque le sens dans lequel elle plonge au-dessous de la surface du sol. La seule inspection de la carte fournit donc tous les renseignements désirables sur ces deux éléments importants de l'allure de chaque couche et sur la distribution géographique des affleurements dans toute l'étendue de la chaîne carbonifère.

Toutefois, pour avoir une idée juste de la distribution des gîtes carbonifères, il faut considérer que le défaut d'espace, résultant des proportions limitées de la carte, m'a souvent obligé à représenter par un seul trait une série d'affleurements parallèles et très-rapprochés les uns des autres : sous ce rapport, il ne faut donc pas séparer la Carte géologique du *Tableau général des affleurements et des couches de charbon de terre,* inséré à la fin de ce chapitre. En second lieu, il faut aussi se reporter aux considérations que j'ai présentées dans le précédent chapitre, sur l'impossibilité où se trouve souvent le géologue d'observer les

roches qui forment la base du sol. Le lecteur ne doit point oublier que les ravins, creusés dans le plateau par l'action des eaux, sont les seules localités où l'on puisse constater avec suite la composition minéralogique du terrain; partout ailleurs, c'est-à-dire dans la plus grande partie de la contrée, les roches sont cachées par des détritus et surtout par une végétation fort active.

A la vérité, on rencontre çà et là, en traversant les steppes du plateau carbonifère, de petites crêtes de roches solides, affleurant au niveau, ou à quelques décimètres au-dessus de la surface; mais si elles suffisent pour signaler la présence du terrain carbonifère, elles ne peuvent nullement servir à en caractériser la composition. Ces affleurements sont en effet invariablement composés de calcaires compactes ou de psammites quartzeux très-durs; ils ne sont visibles au-dessus de la couche végétale que parce qu'ils ont mieux résisté aux agents atmosphériques que l'ont fait les psammites tendres ou les schistes au milieu desquels ils sont intercalés. Dans de pareilles conditions, on le conçoit aisément, ce sont surtout les affleurements de combustibles et les roches feuilletées avec lesquelles ces combustibles sont ordinairement associés qui restent cachés pour l'observateur au-dessous du gazon des steppes. Jamais il ne m'a été donné d'observer des affleurements de charbon de terre sur les plateaux, même dans les localités où leur présence m'était indiquée de la manière la plus évidente par la disposition des couches mises à nu dans les ravins adjacents.

J'ai dû insister sur ces considérations qui expliquent pourquoi les affleurements sont presque tous indiqués dans les dépressions hydrographiques : j'ajoute encore que les inégalités qu'on remarque sous ce rapport dans les diverses parties de la chaîne ne mesurent pas nécessairement l'abondance relative des combustibles minéraux dans les localités correspondantes; ces inégalités sont aussi en rapport avec les facilités d'observation qui sont plus ou moins prononcées dans chaque district. On conçoit aisément, par exemple, qu'il est beaucoup plus facile de constater la présence des affleurements de charbon de terre dans les districts où les ravins sont creusés perpendiculairement à la direction des couches que dans ceux où il y a parallélisme entre les directions des couches et des ravins.

Le charbon de terre se présente dans la chaîne du Donetz en couches subordonnées aux roches que j'ai décrites dans le chapitre précédent : il est associé aux schistes et aux psammites à grains fins, micacés et schisteux, plus habituellement qu'à toute autre roche. Il est très-rare de voir des couches de combustibles au contact immédiat des psammites quartzeux ; je n'en ai jamais rencontré au milieu des grandes masses calcaires, telles qu'il en existe, par exemple, dans les vallées de la Volnovakha et de la Bouistraïa ; mais on observe fréquemment des couches de calcaire noir coquillier, bitumineux, fétide, subordonnées aux schistes argileux qui recèlent les couches de charbon.

Il arrive même quelquefois que les couches calcaires contenant le *Producta antiquata* (Sow.), le *Spirifer mosquensis* (Fisch.), etc., se trouvent au contact immédiat du combustible.

L'épaisseur des couches de charbon excède rarement 1 mètre; la plupart d'entre elles restent au-dessous de cette limite : cependant la puissance de quelques-unes s'élève à 1^{m} 50 et même à 2 mètres. Les deux cent vingt-cinq affleurements ou portions de couches observés par nous dans la chaîne du Donetz, et décrits ci-après dans le Tableau général, peuvent être classés, sous le rapport de leur épaisseur, dans les catégories suivantes :

Nombre d'affleurements et de couches	de 2 m. et au-dessus. . . .	1
Id.	de 2 m.00 à 1 m.50. . . .	7
Id.	de 1 50 à 1 00. . . .	21
Id.	de 1 00 à 0 50. . . .	66
Id.	au-dessous de 0 m. 50. . .	130
	Total.	225

L'épaisseur moyenne de ces deux cent vingt-cinq affleurements est 0^{m} 59.

Ces couches sont, comme je l'ai dit, distribuées dans toutes les parties de la formation carbonifère, et je n'ai point remarqué que leur dépôt fût en connexion avec aucune disposition spéciale de la stratification : elles présentent, sous ce rapport, l'irrégularité et les variations infinies que j'ai signalées dans le deuxième chapitre, comme un des caractères distinctifs des roches carbonifères du Donetz.

Les couches de charbon de terre sont donc réellement intercalées çà et là, dans des districts plus ou moins étendus, avec de fréquentes solutions de continuité, dans les strates mêmes de la formation carbonifère. Elles ne font point partie d'un système particulier de dépôts, qui jouerait, par rapport à cette formation, le rôle que remplit, par exemple, le terrain houiller de Belgique, relativement à la grande formation de calcaire carbonifère qui lui sert de base. Il faut donc bien comprendre que la teinte plus foncée par laquelle j'ai distingué sur la carte géologique huit groupes d'affleurements de combustibles n'indique nullement un terrain distinct de celui qui correspond aux teintes plus légères, mais seulement les parties de la chaîne carbonifère dans lesquelles on a plus particulièrement constaté la présence des combustibles minéraux.

Sous le rapport de l'inclinaison, les deux cent vingt-cinq couches du tableau général peuvent être classées ainsi qu'il suit :

Couches dont l'inclinaison est comprise de. .	0° à	10°. . . .	42
Id.	10°	30°. . . .	55
Id.	30°	60°. . . .	48
Id.	60°	80°. . . .	54
Id.	80°	90°. . . .	26
		Total.	225

La moyenne de toutes les inclinaisons observées sur ces couches est 38°.

On retrouve dans les couches de houille la direction dominante que j'ai signalée dans les roches carbonifères. Si l'on réunit, en effet, en quatre groupes correspondant aux quatre divisions principales de la boussole toutes les directions observées, on reconnaît que le plus grand nombre de celles-ci est compris entre l'ouest et le nord-ouest.

Couches dont la direction est comprise	entre le nord et le nord-ouest (de N. à N. 45° O).	25
Id.	entre le nord-ouest et l'ouest (de N. 45° à 90° O).	117
Id.	entre l'ouest et le sud-ouest (de N. 90° à 135° O).	62
Id.	entre le sud-ouest et le sud (de N. 135° à 180° O). . . .	21
	Total	225

La moyenne de toutes ces directions est N. 76° O.

On doit étendre aux combustibles minéraux les considérations que j'ai présentées dans le deuxième chapitre, touchant l'absence d'horizons géologiques dans la formation carbonifère. On concevrait une idée inexacte des choses si l'on se représentait les affleurements disséminés dans toute l'étendue de cette formation, comme appartenant à un certain nombre de couches parallèles, qui la diviseraient régulièrement en un pareil nombre d'étages, ou qui, par leur réunion, y formeraient un horizon géologique. Malgré les efforts persévérants que j'ai faits pour établir entre tous les affleurements carbonifères un classement dont j'appréciais toute l'utilité pour l'explora-

tion des richesses carbonifères de cette contrée, j'ai dû renoncer à l'espoir d'atteindre ce but. Dans plusieurs districts, à la vérité, diverses couches de charbon de terre, dont les affleurements sont séparés par des intervalles considérables, offrent des symptômes évidents de corrélation ; je ne me dissimule pas d'ailleurs que j'ai pu méconnaître cette connexion des couches, pour plusieurs localités entre lesquelles s'étendent de vastes steppes herbacées ; mais je crois pouvoir conclure de toutes nos observations que ces indices de corrélation entre les diverses couches de combustible ne sont que des accidents locaux ; qu'ils ne s'étendent pas à l'ensemble de la chaîne, et qu'ils y sont toujours moins prononcés que dans les grands bassins carbonifères formés et soulevés aux mêmes époques dans l'Europe occidentale.

La région où les couches de combustibles se présentent avec les caractères les plus prononcés de continuité est, sans contredit, celle qui s'étend sur la rive droite du Krivoï-Toretz, sur une longueur de 20 kilomètres, depuis le ravin de Gélieznoé jusqu'au delà du ravin de Chterbinovski. Les roches carbonifères que ne recouvre aucun terrain plus moderne y sont ordinairement cachées, comme dans le reste du pays, par les détritus et la végétation ; mais elles sont mises au jour en quatre localités différentes par des ravins qui débouchent dans la rive droite du Toretz. Chacune de ces dépressions a fait connaître de sept à dix couches parallèles de combustible qui, pour la plupart, ont été

et sont encore l'objet d'exploitations assez importantes. En reportant ces divers affleurements sur la carte géologique (*Voy.* pl. Ire), on reconnaît aussitôt qu'ils sont tous situés dans une même zone carbonifère dirigée du nord-ouest au sud-est. En effet, les principaux centres des affleurements et des exploitations de ce district sont disposés le long d'une ligne droite orientée, comme les couches elles-mêmes, suivant cette direction ; partout où elles ont été explorées, les couches plongent régulièrement dans le même sens, à peu près avec la même inclinaison ; les couches extrêmes comprennent d'ailleurs entre elles une épaisseur à peu près constante de roches de même nature. Bien que les travaux actuels n'aient pas été poussés à une grande distance des ravins où ont été ouvertes les premières exploitations, et n'aient point suivi les couches dans toute l'étendue des plateaux au milieu desquels ces ravins sont creusés, on ne peut guère douter qu'il n'existe une connexion réelle entre ces divers systèmes d'affleurements.

On trouve un autre exemple de continuité des gîtes carbonifères à l'extrémité opposée de la chaîne, dans les nombreux ravins adjacents aux deux rives du Donetz, au-dessus et au-dessous de Kamenskaïa. Les affleurements de combustibles y sont ordinairement concentrés en grand nombre dans une région très-étroite, en dehors de laquelle ils semblent complétement disparaître. Toutes ces régions carbonifères partielles forment évidemment, par leur réunion, une zone longue de 40 kilomètres, et dirigée de l'ouest-nord-ouest

à l'est-sud-est. Cette disposition est très-clairement indiquée sur la carte géologique, et elle nous a souvent guidés pour retrouver, dans un ravin intermédiaire, la région d'affleurements houillers que nous avions été dans le cas d'observer dans deux ravins extrêmes. On peut même remarquer que les couches de charbon de terre de la grande Kamenka affleurent exactement dans le prolongement de cette zone jusqu'à une distance de 60 kilomètres.

Il y a tout lieu de croire que la même continuité existe encore dans plusieurs autres parties de la chaîne carbonifère : si elle paraît plus prononcée qu'ailleurs dans les deux localités que je viens de citer, c'est que les affleurements de combustibles y sont plus faciles à observer. Dans les conditions physiques de la chaîne du Donetz, la connexion d'un système de couches ne peut guère être appréciée que lorsque celles-ci ont une forte inclinaison et lorsqu'elles sont fréquemment mises à nu par de nombreux ravins perpendiculaires à la direction générale des couches. Or, telle est la disposition qu'on remarque dans la zone carbonifère du Krivoï-Toretz et dans celle qui accompagne le cours du Donetz, près de Kamenskaïa. Dans les autres districts où abondent les affleurements de combustibles, mais où les couches sont moins inclinées et les ravins moins avantageusement disposés, la connexion serait beaucoup moins évidente, lors même qu'elle y serait aussi bien établie.

Cette continuité, qui, dans une vue générale des

choses, est frappante dans un certain nombre de districts, pour un certain ensemble de couches, est, au contraire, très-difficile à constater dès qu'on veut entrer dans l'étude de chaque couche en particulier. On trouve rarement, même pour des points très-rapprochés, dans des affleurements qui font partie du même système de couches, ces rapports de gisement, d'épaisseur, de structure, de composition qui, lans la plupart des bassins houillers proprement dits, permettent d'établir une classification assez rigoureuse des couches de charbon ; j'ai même reconnu qu'en certains lieux où plusieurs affleurements appartiennent évidemment à une même couche, il existe de profondes anomalies dans l'épaisseur de la couche, dans la nature du charbon et des roches composant le toit ou le mur, etc.

Il est rare que le charbon de terre se présente dans la chaîne du Donetz en couches isolées : dans les localités assez nombreuses où l'on n'observe qu'un seul affleurement, la couche est ordinairement peu inclinée ; en sorte qu'il y a lieu de penser que les couches parallèles inférieures restent cachées au-dessous de la surface. D'un autre côté, nous n'avons pu découvrir aucun gisement de combustible où le nombre des couches parallèles, distinctement superposées l'une à l'autre, fût supérieur à dix. On peut, au reste, classer ainsi qu'il suit, eu égard au nombre des couches qu'ils recèlent, les quatre-vingt-quatorze gîtes carbonifères dont nous avons constaté l'existence, et

qui comprennent les deux cent vingt-cinq affleurements ou portions de couches précédemment signalés.

Nombre de gîtes renfermant		10 couches parallèles.	1
Id.	Id. .	9	0
Id.	Id. .	8	0
Id.	Id. .	7	3
Id.	Id. .	6	3
Id.	Id. .	5	6
Id.	Id. .	4	3
Id.	Id. .	3	6
Id.	Id. .	2	17
Id.	Id. .	1	55
		Total.	94

Les localités qui sont le plus favorisées sous le rapport du nombre de couches qu'elles renferment ne sont pas toujours celles qui présentent la plus grande richesse houillère, parce que l'épaisseur de ces couches reste souvent au-dessous des limites que comporte une exploitation avantageuse. C'est ainsi que le gîte d'Aleksandrovka sur le Kalmious, qui ne recèle à vrai dire qu'une seule couche, serait considéré partout comme une riche houillère; tandis que, malgré ses six couches, le gîte de Stanitchié, sur le Kalmious, n'a aucune importance industrielle. Toutefois, en ne tenant pas compte de cette circonstance, et en additionnant les épaisseurs des diverses couches parallèles comprises dans un même système, on trouve que les quatre-vingt-quatorze gîtes peuvent être classés ainsi qu'il suit, eu égard à l'épaisseur totale des couches qu'ils recèlent :

Le gîte le plus riche sous ce rapport, contient une épaisseur totale de 7 m. 40 de charbon de terre	1
Nombre de gîtes ayant une épaisseur totale de charbon comprise entre 7 m. et 6 m.	0
6 — 5	2
5 — 4	2
4 — 3	4
3 — 2	6
2 — 1	22
1 — 0 m. 40	34
inférieure à 0 m. 40	23
Total	94

Si, au contraire, on ne compte au nombre des couches exploitables que celles qui ont au moins une épaisseur de 0m40, les gîtes de combustibles minéraux de la chaîne du Donetz se trouvent classés comme l'indique le tableau suivant :

Nombre de gîtes où les couches exploitables ont une épaisseur totale de 7 m. 40	1
Nombre de gîtes ayant une épaisseur totale de couches exploitables comprise entre 7 m. et 6 m.	0
6 — 5	2
5 — 4	1
4 — 3	2
3 — 2	7
2 — 1	16
1 — 0 m. 40	36
Nombre de gîtes où la couche la plus épaisse n'atteint pas 0 m. 40	29
Total	94

Ces rapprochements suffisent, ce me semble, pour

donner une idée générale de la disposition des couches et de la richesse des gîtes de charbon de terre dans la chaîne du Donetz ; je n'insisterai pas davantage sur ce point, parce que le lecteur pourra établir lui-même toutes les comparaisons désirables à l'aide des nombreux détails que j'ai coordonnés ci-après dans le *Tableau général des gîtes et des couches de charbon de terre de la chaîne du Donetz ;* il me reste seulement à indiquer les principes qui ont servi de base à la rédaction de ce tableau.

J'ai signalé une couche de charbon dans toutes les localités où nous avons été dans le cas d'observer au moins un affleurement présentant des indices positifs de substance combustible. Je n'ai indiqué qu'une seule couche toutes les fois que divers affleurements, plus ou moins éloignés l'un de l'autre, appartenaient évidemment à une même couche ; mais j'ai multiplié les indications chaque fois que la continuité des affleurements pouvait laisser quelque doute. C'est ainsi, par exemple, que j'ai signalé vingt affleurements dans la vallée de la Govennaïa, bien que, selon toute apparence, ces derniers appartiennent tout au plus à sept couches distinctes, et peut-être à un nombre moindre ; c'est encore d'après le même principe que j'ai énuméré jusqu'à dix couches dans l'un des gîtes du Toretz, bien que des travaux ultérieurs puissent démontrer la continuité de couches que j'ai désignées comme distinctes : j'ai pensé qu'en pareil cas il valait mieux décrire avec détail les faits observés que d'adopter des hypothèses qui auraient sans doute

simplifié l'exposé de ces faits, mais qui en même temps auraient pu les dénaturer. Je me suis contenté d'ailleurs d'indiquer une seule couche correspondant à plusieurs affleurements toutes les fois que la continuité de ces derniers, indistincte à la surface du sol, a été prouvée par des travaux d'exploitation.

J'ai donné le nom de gîte carbonifère à toute localité contenant soit une couche isolée, soit un ensemble de couches formant évidemment partie d'un même système de couches parallèles. Tel que je l'ai défini, le gîte carbonifère comprend ordinairement tous les indices de charbon qui pourraient servir à déterminer la circonscription d'une concession de mines. Cette réunion des affleurements et des couches appartenant à une même localité et situées dans des conditions analogues est d'autant plus naturelle, que les remarques par lesquelles il m'a paru utile de compléter les indications numériques données pour chaque couche s'appliquent, en général, à l'ensemble des couches composant un gîte carbonifère, plutôt qu'à chaque couche en particulier. Chacun de ces gîtes forme, pour ainsi dire, l'*unité* que doivent étudier l'homme d'État et l'ingénieur qui se proposeraient de développer l'exploitation des richesses minérales de cette contrée; j'ai disposé le *Tableau général* de manière à définir nettement ces diverses unités, et à grouper pour chacune d'elles la plupart des faits qu'il m'a semblé utile de porter à la connaissance du lecteur.

Il est déjà beaucoup plus simple de se faire une idée des faits relatifs à quatre-vingt-quatorze gîtes qu'il ne le serait d'embrasser par la pensée les détails concernant les deux cent vingt-cinq couches dont la description est donnée dans le *Tableau général*. Il m'a semblé, toutefois, que ces faits pourraient paraître encore trop complexes aux personnes qui désireront acquérir, par une lecture rapide, une idée générale des ressources que présente la chaîne du Donetz : j'ai donc cherché à établir quelques grandes circonscriptions naturelles, comprenant tous les gîtes placés dans des conditions analogues eu égard à la situation géographique, au gisement des couches, à la nature et aux débouchés des combustibles, etc. Je me suis trouvé ainsi conduit à distinguer dans la chaîne du Donetz huit groupes de houillères. Chacun d'eux étant défini de la manière la plus précise, soit sur la Carte géologique, soit dans le *Tableau général*, je crois inutile d'insister ici sur leurs caractères distinctifs. Cette classification me paraît propre à simplifier l'examen de toutes les questions concernant la richesse minérale du Donetz ; elle m'a été fort utile à moi-même pour exposer, dans le chapitre suivant, les conclusions qui se déduisent des recherches entreprises par M. A. de Démidoff, touchant l'état actuel et l'avenir de l'industrie minérale dans cette contrée.

Il convient encore d'indiquer ici les moyens que nous avons employés pour réunir les documents qui

ont servi à rédiger le *Tableau général des gîtes et des couches de charbon de terre* : éclairé par ces détails, chaque lecteur pourra juger du degré d'exactitude que présentent les renseignements présentés ci-dessus, et apprécier jusqu'à quel point le tableau et la carte géologique expriment l'état réel des choses.

Je me suis d'abord imposé la règle de n'indiquer aucun fait que je n'aie observé moi-même pendant mon séjour dans le pays; ou que je n'aie fait vérifier, dans le cours des deux années suivantes, par M. Malinvaud. A cet effet, j'ai d'abord entrepris, en 1837, de concert avec M. le comte de Sainte-Aldegonde, une reconnaissance générale de tous les groupes de houillères, depuis Pétrovskaïa, au-dessus d'Izioum, jusqu'à Védernikovskaïa, sur le Don. La plupart des gîtes nous ont été indiqués par les habitants du pays; les autres ont été découverts par suite de l'exploration consciencieuse que nous avons faite de toute la région où le terrain carbonifère est à découvert. Souvent d'anciens travaux de recherche faits sur la crête des affleurements, soit par les officiers du gouvernement, soit par les habitants des hameaux voisins, nous ont permis de constater l'allure et l'épaisseur des couches, et de recueillir les échantillons qui ont été soumis à l'analyse chimique; lorsque cette ressource nous manquait, nous faisions immédiatement les recherches convenables au moyen d'ouvriers mineurs qui nous accompagnaient constamment, et qui, d'après l'ordre de S. E. le ministre des finances, avaient été mis à notre disposition par l'administration des mines

de Licitchia-Balka. Pendant les deux années suivantes, M. Malinvaud, secondé par M. Ayraud, s'est acquitté avec zèle de la mission pénible d'examiner de nouveau la plupart de ces gîtes carbonifères, de constater l'existence des divers gîtes qui nous avaient été plus récemment indiqués, et de les coordonner sur le canevas de carte géologique que j'avais dressé à cet effet. Je crois donc être en mesure de garantir l'exactitude des renseignements consignés sur la Carte géologique et sur le *Tableau général des gîtes et des couches de charbon de terre.*

Les personnes qui seront dans le cas de prendre ce premier travail pour point de départ de l'étude plus approfondie d'une localité déterminée, devront néanmoins avoir égard aux considérations suivantes, qui les mettront en garde contre les différences qu'ils remarqueront certainement entre les faits que nous avons décrits et ceux qu'ils auront à observer.

En premier lieu, j'ai dû me borner en général à caractériser chaque couche par trois chiffres indiquant son épaisseur, sa direction et son inclinaison : il arrive parfois cependant qu'une même couche affleure sur une certaine étendue avec des circonstances qui s'écartent plus ou moins des données moyennes ou dominantes auxquelles j'ai cru devoir me borner, pour ne pas compliquer outre mesure l'exposé des faits : on pourra donc, dans une nouvelle reconnaissance, lui trouver des caractères assez différents de ceux que je lui ai assignés.

En second lieu, beaucoup d'affleurements mis à découvert accidentellement sur les pentes ou dans le fond des ravins, par des éboulements de terre végétale, ou par l'action des eaux, n'ont, pour ainsi dire, qu'une existence éphémère : il pourra donc arriver que plusieurs de ceux que nous avons observés restent inconnus à une nouvelle exploration, ou bien se laissent voir sur d'autres points.

Enfin il arrivera aussi qu'une exploration plus complète que celle qu'il nous a été possible de faire amènera la découverte de nouveaux affleurements. Il faut considérer, en effet, que, dans une contrée où le sol a été soumis à de violentes commotions, les mêmes couches doivent se montrer très-fréquemment à la surface; en sorte que le nombre des affleurements carbonifères est, pour ainsi dire, indéfini. Il n'est pas douteux, par exemple, qui si vingt nouveaux ravins étaient creusés dans le groupe de houillères de Kamenskaïa, parallèlement à ceux qui existent aujourd'hui, chacun d'eux mettrait à découvert un nouveau gîte carbonifère. D'un autre côté, il sera certainement arrivé que beaucoup d'affleurements mis au jour dans les dépressions des plateaux carbonifères auront échappé à nos investigations : nous n'avons pu découvrir certains gîtes dont la présence nous avait été signalée, avec tous les caractères d'une indication consciencieuse, par les habitants du pays : nosguides eux-mêmes ont quelquefois échoué en essayant de retrouver des localités où ils avaient observé antérieurement descouches de charbon ; ils ex-

pliquaient ordinairement ces mécomptes en accusant les paysans agriculteurs de cacher artificieusement ces indices de richesse minérale.

Je pense, néanmoins, que les découvertes qui pourront être faites en ce genre, auront lieu habituellement dans le voisinage des gîtes que j'ai signalés, et qu'elles ne seront pas de nature à changer beaucoup la forme du périmètre que j'ai assigné à chacun des huit groupes de houillères. J'ai lieu de croire aussi qu'elles ne modifieront essentiellement, ni l'opinion qu'on doit se faire des richesses minérales du Donetz, ni les conclusions générales que je déduirai des considérations exposées dans les trois premiers chapitres.

Les faits observés jusqu'à ce jour ne donnent pas lieu de penser qu'aucune des formations géologiques qui constituent la chaîne du Donetz soit riche en minéraux métalliques; outre les minerais de fer dont je vais parler, on n'y a encore découvert que des indices de galène. Ce minéral s'est présenté en petites veines associées à du quartz hyalin, et disséminées dans des psammites, à Nagolnaïa, sur la rivière du même nom, l'un des affluents du Mious. Des recherches, dirigées avec persévérance par les officiers du corps des mines, ont prouvé que cette galène n'était ni assez abondante, ni assez riche en argent, pour devenir l'objet d'une exploitation fructueuse : les travaux ont dû, en conséquence, être abandonnés.

Le minerai de fer se montre, au contraire, fréquemment dans la formation carbonifère ; on en rencontre

aussi dans la partie inférieure du terrain crétacé et même dans les sables remaniés pendant la période actuelle qui accompagnent le cours du Donetz, entre Izioum et Podgornoï. Les deux seules espèces minérales que j'aie observées dans ces divers gisements, sont le fer oxydé-hydraté et le fer carbonaté lithoïde.

Ces minerais se rencontrent particulièrement dans les psammites schisteux et dans les schistes : certaines couches sont tellement imprégnées d'hydroxyde de fer, qu'elles présentent tous les passages imaginables entre le schiste proprement dit et le minerai oxydé-hydraté, terreux. Les parties les plus riches en oxyde de fer se détachent quelquefois des schistes sous forme de rognons aplatis. Ailleurs, on trouve l'hydroxyde de fer en fragments irréguliers et en petites géodes disséminés dans des schistes très-friables : ces espèces de couches ferrifères ne semblent pas conserver les mêmes caractères sur une grande étendue : elles pourraient, néanmoins, donner lieu parfois à de petites exploitations par tranchées à ciel ouvert. Ces affleurements ferrifères, pour la plupart sans importance industrielle, se présentent, pour ainsi dire à chaque pas, dans les régions composées de roches schisteuses, et sous ce rapport j'aurais pu multiplier à l'infini les indications que j'ai présentées comme exemple, dans le deuxième tableau inséré à la suite de ce chapitre.

Dans quelques cas plus rares, on rencontre des géodes de très-grandes dimensions, composées d'un hydroxyde très-pur, dont les parois intérieures

sont mamelonnées, et dont les surfaces sont lisses et brillantes : ce sont de véritables hématites brunes, que l'on peut ranger au nombre des plus belles variétés de cette espèce de minerai de fer. Quelquefois l'hydroxyde, au lieu d'avoir la disposition géodique, se présente en masses compactes, ou criblées de petites fissures ; ces dernières sont couvertes d'un enduit brun, irisé, manganésifère, et tranchent fortement sur la couleur jaunâtre de l'hydroxyde. Ces minerais géodiques ou compactes affectent tous le même gisement : ils se trouvent çà et là accumulés en grande quantité, dans des argiles blanches et ocreuses qui recouvrent immédiatement le terrain carbonifère, et qui pénètrent même entre les strates de ce dernier. Ces argiles n'ont nullement le caractère des matières arénacées et argileuses de transport que recèlent, dans la même situation géologique, les riches dépôts d'hydroxydes exploités entre la Sambre et la Meuse. Sur les plateaux du Donetz, ces matières pulvérulentes ferrifères paraissent être le résultat de la décomposition des schistes argileux du terrain carbonifère. Les principaux gisements ont été reconnus aux environs de Goroditché, de Mal.-Ivanovka, de Pavlovskoé, etc., dans le bassin hydrographique de la Lougane. Le plus important de tous est situé à 2 kilomètres de Goroditché. La tradition et, à ce qu'il paraît, des découvertes de scories et de monnaies, indiquent que des travaux y ont été anciennement entrepris par les Tatars et les Génois. On a recommencé, en 1795, à exploiter ce gîte pour les besoins de la fonderie de Lou-

gane : on en a extrait la plus grande partie du minerai qui a été employé dans cette usine.

Le calcaire renferme encore assez fréquemment de petits amas d'hydroxyde de fer : c'est sur un semblable dépôt que l'administration des mines a fait, pendant longtemps, exécuter des recherches près de Karakouba, sur le Kalmious. On a dû abandonner ce gîte, qui s'est trouvé d'une exploitation moins avantageuse que ceux qu'on avait découverts à une moindre distance de Lougane. Certaines couches de calcaire intercalées dans les psammites et dans les schistes argileux se trouvent quelquefois imprégnées uniformément d'une telle quantité d'hydroxyde de fer. qu'elles pourraient être passées aux hauts fourneaux, à la fois comme minerai et comme fondant pour des minerais argileux. Ailleurs, la matière ferrifère se trouve disséminée en filets irréguliers dans le calcaire, et forme une sorte de brèche dont les couleurs sont très-tranchées.

L'hydroxyde de fer se trouve encore en amas et en petites couches dans les sables inférieurs de la formation crétacée ; un dépôt fort important a été exploité dans ces conditions géologiques, sur la rive droite du Donetz, près du village de Zacatinoï : ce gîte est loin d'être épuisé et fournirait encore, par une exploitation bien entendue, de grandes quantités de minerai.

Enfin, on rencontre fréquemment de petits dépôts de minerai de fer dans les plaines basses composées de sables quartzeux, qui bordent la rive gauche du Donetz. Ces gîtes présentent un hydroxyde de fer ma-

melonné, caverneux, dont la cassure a un éclat gras très-prononcé, et qui est souvent tout imprégné du sable au milieu duquel il s'est évidemment déposé. Ces minerais forment aussi quelquefois des amas stratifiés, qui occupent le fond de petites mares d'eau couvertes de végétaux aquatiques : ils ont alors une structure compacte, terreuse et rubanée.

Le fer carbonaté lithoïde, avec tous les caractères qui le distinguent ordinairement dans les terrains carbonifères de l'ouest de l'Europe, se présente fréquemment dans la chaîne du Donetz, particulièrement dans le groupe des houillères de Kamenskaïa; mais je ne sache pas qu'on en ait rencontré jusqu'à présent un gîte qui, en raison de son abondance et de sa teneur en fer, puisse devenir l'objet d'une exploitation permanente. Ce minerai paraît toujours être disséminé irrégulièrement en petites plaques et en rognons ovoïdes, aplatis; je ne l'ai jamais observé en couches réglées comme dans les bassins houillers du Staffordshire, du pays de Galles, de la basse Écosse, de l'Aveyron, etc. Parmi les localités où ce minerai m'a semblé le plus abondamment répandu, je citerai surtout, au sud de Kamenskaïa, la vallée de la Govennaïa, et notamment un petit ravin qui débouche dans le flanc gauche de cette vallée, au-dessus du principal affleurement de houille (1). De volumi-

(1) Voir pl. VIII, fig. 1; voir aussi le n° 16 du *Tableau général des gîtes de minerais de fer,* inséré comme deuxième appendice à la suite de ce chapitre.

neux rognons de fer carbonaté s'y montrent au milieu des schistes argileux et des psammites schisteux; souvent ils sont entourés d'une couche d'hydroxyde de fer, et associés à d'autres blocs entièrement composés de cet hydroxyde. Les eaux pluviales, en détachant ces minerais des masses de schistes où ils sont intercalés, les accumulent parfois au fond des ravins en quantités considérables. A l'époque où M. le comte de Sainte-Aldegonde et moi découvrîmes ce gîte, on aurait pu aisément y recueillir immédiatement une centaine de quintaux de bon minerai.

Ainsi que je l'ai annoncé en décrivant les roches du terrain carbonifère (voir p. 78), les psammites argileux à grains fins sont souvent imprégnés d'une substance noir-bleuâtre, où paraît dominer le silicate de fer : certaines parties de la roche, plus imprégnées que d'autres, se présentent sous forme de rognons ovoïdes aplatis, dont la densité est plus considérable que celle des psammites, et qui se détachent nettement de ces derniers; leur cassure, très-compacte, n'offre à la vue simple aucune indication de structure arénacée; la couleur est le gris-bleuâtre, excepté à la surface des rognons, où l'on remarque souvent des couches concentriques qui prennent graduellement la couleur de l'hydroxyde de fer. Ce minéral semble donc avoir les caractères du fer carbonaté lithoïde : mais il s'en distingue en ce qu'il ne fait point effervescence avec les acides faibles ou concentrés, et en ce que la plus grande partie de ses éléments reste inso-

luble dans les acides, qui se chargent seulement d'oxyde de fer et d'un peu d'alumine. Avec le secours d'une forte loupe, on reconnaît encore très-bien la nature arénacée du minéral, et l'on y remarque presque toujours une grande quantité de parcelles de mica. Ces variétés de psammites, après avoir été porphyrisées, peuvent être complétement décolorées par l'acide chlorhydrique bouillant; les échantillons les plus riches en apparence n'ont pas donné plus de 10 pour 100 de fer métallique.

Ces rognons peuvent être fréquemment observés dans la chaîne carbonifère; ils abondent particulièrement dans les psammites argilo-schisteux de Roubejnoï, et dans ceux qui affleurent près de la Koundrioutchia, au-dessous de Goloubine. Il en existait, en juillet 1837, des tas assez considérables dans la cour de l'usine de Lougane, où sans doute ils avaient été anciennement amenés en qualité de fer carbonaté lithoïde; peut-être cette erreur a-t-elle contribué à compliquer les essais qui ont été faits à diverses époques dans cette fonderie pour la fusion des minerais du pays.

J'ai observé dans le gîte ferrifère de la Govennaïa une particularité qui offre un nouvel exemple des ressemblances que les formations contemporaines présentent parfois jusque dans les moindres choses, d'une extrémité à l'autre du continent. On remarque sur plusieurs blocs de fer carbonaté, ou d'hydroxyde de fer très-argileux, une disposition fort

singulière : la masse de la roche se divise par le choc en fragments coniques qui s'emboîtent les uns dans les autres, et dont la surface est marquée de stries régulières disposées les unes suivant les arêtes, les autres parallèlement à la base des cônes. Cet état de choses semblerait, au premier coup d'œil, devoir être attribué à des corps organisés, car on y reconnaît la forme générale de certains polypiers; les zoologistes que j'ai consultés n'y voient cependant que le résultat d'une aggrégation mécanique particulière. Ce qui me paraît digne d'attention, c'est que la même disposition, avec des nuances absolument identiques, se reproduit en Grande-Bretagne dans le terrain carbonifère du pays de Galles et du Monmouthshire, et plus ordinairement encore dans le terrain houiller du Staffordshire : j'ai, par exemple, observé ce curieux accident dans des calcaires employés comme castine et comme pierre à chaux dans la vallée de Pontypool, et surtout dans les roches argilo-ferrugineuses avec lesquelles on construit la plupart des murs de clôture dans les paroisses de Wednesbury et de Bilston (Staffordshire).

Le terrain des steppes présente assez fréquemment, dans les limites de la carte géologique, des couches argileuses et arénacées fortement imprégnées d'hydroxyde de fer; mais ce minéral n'est jamais assez abondant pour constituer des minerais de fer proprement dits. Il n'en est pas de même dans la presqu'île orientale de la Crimée, où M. Gourieff,

major au corps impérial des mines, a depuis longtemps signalé l'existence de gîtes importants. C'est cette indication qui nous a déterminés, M. le comte de Sainte-Aldegonde et moi, à explorer cette région, ainsi que la presqu'île de Taman, pendant l'automne de 1837.

Les deux étages du terrain pontique, fort développés sur les deux rives du détroit de Kertch et dans toute l'étendue des presqu'îles de Kertch et de Taman, présentent, sous beaucoup de rapports, de l'analogie avec les deux étages correspondants de Taganrog et de Novo-Tcherkask ; mais ils s'en distinguent aussi par plusieurs caractères spéciaux à ces deux presqu'îles. Les couches portent toujours la trace de profondes dislocations, et sont souvent redressées jusqu'à la situation verticale. Les calcaires coquilliers sont associés à des argiles, plus ordinairement qu'à des sables ; ainsi on voit affleurer dans la partie occidentale de la baie de Kertch des calcaires contenant des fossiles identiques avec ceux de Taganrog, en couches subordonnées à des masses considérables d'argiles et de marnes argileuses. Les calcaires poreux coquilliers de l'étage supérieur s'y présentent avec les mêmes caractères que sur le plateau de Novo-Tcherkask ; mais, par exception, ils se trouvent associés à des calcaires poreux, où les espèces de *Cardium*, de *Mytilus*, de *Dreissena*, de *Paludina* sont déterminables, de même qu'à des argiles sableuses, dans lesquelles se rencontre à l'état libre et dans le plus bel état de conservation cette prodi-

gieuse variété d'espèces d'eau douce ou saumâtre décrites d'abord par MM. de Verneuil et Deshayes (1), et retrouvées plus tard par MM. Huot et L. Rousseau, et enfin par moi-même. On peut encore citer, au nombre des principales dissemblances, l'abondance de l'oxyde de fer dans les deux étages de la formation.

L'hydroxyde de fer imprègne souvent les marnes et les argiles de l'étage inférieur au point que des couches entières renferment jusqu'à 12 pour 100 de fer métallique : tel est le cas de beaucoup de couches argileuses qui affleurent, avec une inclinaison considérable, dans les falaises situées à l'ouest de la baie de Kertch, à 1 kilomètre de cette ville, ou dans celles qui entourent la presqu'île de Taman. Çà et là, ces mêmes couches présentent des rognons et des géodes d'hydroxyde compacte ou mamelonné qui constituent de très-riches minerais de fer. Souvent ces derniers contiennent des cristaux de gypse diaphane ; souvent aussi l'analyse y indique des proportions considérables de phosphore ; plus rarement ils se montrent exempts de toute substance nuisible. Tels sont les caractères et le gisement des fragments de minerais qu'on trouve fréquemment près de Taman, entre le détroit de Kertch et l'embouchure du Kouban, soit en place dans les couches argileuses, soit roulés par les vagues au pied de la falaise.

Sur la côte de Crimée, entre Kertch et Théodosie,

(1) *Mémoires de la Société géologique de France*, t. III.

on voit affleurer, avec le calcaire poreux coquillier de l'étage supérieur, des argiles sableuses imprégnées d'hydroxyde de fer; elles contiennent souvent de petites couches irrégulières, des rognons, ou bien une multitude de grains arrondis qui peuvent être considérés comme de véritables minerais de fer. Il est rare cependant que tous ces minerais, qui paraissent offrir de l'intérêt quand on en juge par des échantillons choisis, constituent des gîtes réellement exploitables. La seule localité qui fasse exception sous ce rapport, et qui mérite une mention spéciale, est une portion de falaise située près de Kamouich-Bouroune, sur le bord de la mer Noire, à 9 kilomètres au sud-ouest de Kertch.

Le gîte de Kamouich-Bouroune (1) se compose essentiellement d'une argile ocreuse renfermant une prodigieuse quantité d'hydroxyde de fer en petits fragments plus ou moins irréguliers, et surtout en grains arrondis, de toutes grosseurs, concrétionnés, à couches concentriques. L'hydroxyde, débarrassé autant que possible, par le lavage, de la gangue argileuse, donne à l'essai de 0,40 à 0,52 de fonte; l'argile, séparée de cette partie riche, tient elle-même de 0,12 à 0,25 de fer métallique. Le minerai brut rend au moins 0,20 de minerai propre à la fusion; très-fréquemment il en rend jusqu'à 0,80. Selon toute vrai-

(1) Voir ci-après le n° 32 du *Tableau général des gîtes de minerais de fer.*

semblance, le minerai brut, considéré dans la totalité du gîte, renferme au moins 0,33 de minerai propre à la fusion.

Ce minerai forme une couche moyennement épaisse de 4^{m} 50, qui affleure presque horizontalement et parfaitement à découvert, sur une longueur de 1100 mètres, dans la falaise de Kamouich-Bouroune : celle-ci présente en effet la coupe suivante :

Argile et marne argileuse.	8 m. 50	28 m.
Couche de minerai en grains, composée comme il est dit ci-dessus.	4 50	
Calcaire poreux coquillier, formant la base de la falaise.	15 00	

Ce gîte renferme malheureusement une très-grande quantité du minéral connu dans les collections sous le nom de fer phosphaté de Kertch : celui-ci est tantôt disséminé en particules fines entre les grains d'hydroxyde et même dans la pâte de ces derniers; tantôt il se présente en nodules, filets ou géodes composés d'aiguilles cristallines groupées en masses rayonnées ; tantôt, enfin, en beaux cristaux tapissant des géodes, ou les parois intérieures des coquilles. Il paraît cependant qu'on pourrait se procurer des minerais suffisamment purs, soit en séparant par triage les nodules ou les géodes de fer phosphaté, soit en exploitant plusieurs parties du gîte où l'analyse n'a indiqué que des traces insignifiantes de phosphore.

On trouve encore dans cette couche, surtout à l'extrémité orientale de l'affleurement, des rognons et même des amas considérables d'un minéral très-

remarquable : les échantillons les mieux caractérisés sont très-compactes, d'un vert foncé, à cassure conchoïde et esquilleuse ; ils sont essentiellement composés de carbonate de protoxyde de fer, combiné avec une grande proportion de carbonate de protoxyde de manganèse et avec une proportion moindre de carbonate de chaux. L'analyse a indiqué dans un échantillon ayant ces caractères :

Carbonate de protoxyde de fer.	0,586	0,999
— de protoxyde de manganèse. .	0,241	
— de chaux.	0,113	
Argile.	0,059	

Ce minéral, en se décomposant partiellement à l'air, prend une teinte brune très-prononcée : souvent il devient jaunâtre par un mélange mécanique avec de l'hydroxyde de fer ; tantôt l'hydroxyde est disséminé dans la masse, en grains de toutes grosseurs, parfaitement arrondis, et constitue une roche d'un assez bel effet ; tantôt, par une disposition inverse, c'est le carbonate de fer, en grains arrondis, lisses et luisants, qui se trouve disséminé dans une pâte d'hydroxyde de fer ; enfin, comme tous les autres éléments de la couche ferrifère, ces divers minéraux renferment parfois des nodules et des géodes de fer phosphaté.

Le fer carbonaté, qui est en lui-même un excellent minerai, lorsqu'il est exempt de phosphate de fer, serait en outre un précieux fondant pour l'hydroxyde

en grains, qui forme de beaucoup la masse dominante du dépôt ferrifère.

Ce gîte présente des conditions très-favorables pour l'exploitation. L'argile supérieure, très-facile à attaquer à la pioche, serait jetée sur le rivage, qui offrirait un espace indéfini pour ce remblai. Le minerai, extrait à ciel ouvert à l'aide de la pelle, serait jeté sur une autre partie du rivage; il y serait lavé à peu de frais, au moyen des eaux de la mer qu'on élèverait par des pompes à bras; il pourrait être ensuite embarqué sur le lieu même, si l'on ne trouvait plus avantageux d'amener en cette localité le combustible nécessaire à la fusion.

Pour compléter les considérations générales que je viens d'exposer, j'ai résumé, dans un deuxième tableau inséré à la suite de ce chapitre, les détails relatifs au gisement et à la nature minéralogique des divers minerais de fer dont l'existence a été constatée soit dans la contrée du Donetz, soit dans les presqu'îles de Kertch et de Taman.

TABLEAU GÉNÉRAL

DES

GITES ET DES COUCHES DE CHARBON DE TERRE

COMPOSANT LES

HUIT GROUPES DE HOUILLÈRES

DE LA CHAINE DU DONETZ.

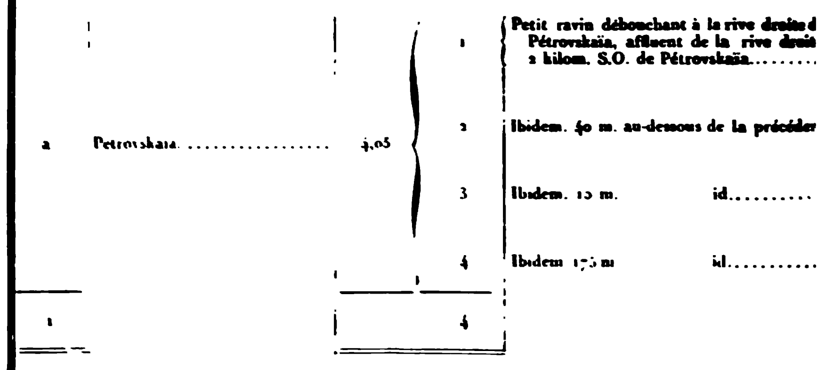
(Appendice au chapitre III.)

Tableau général des gîtes de

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		

I. GROUPE DES HOU

Ce groupe ne comprend encore qu'un seul système de couches affleurant au jo minces sur la formation carbonifère au N.O. de la chaîne du Donetz, et qui const couches de calcaire subordonné. La direction des couches est à peu près N.-S.; l'i sont reconnues aujourd'hui, et leur puissance totale s'élève à 4 m. 05. La houille e fritté contenant 0,53 de carbone, et 0,06 de cendres. Elle est consommée sur paux emplois sont : le forgeage du fer, la cuisson de la chaux et le chauffage de elle est à découvert, on appréciera sans doute la convenance de la rechercher e Pétrovskaïa : il y a tout lieu de croire que ces recherches seront fructueuses et confine au Donetz; mais ce fleuve, lors même qu'on le rendrait navigable jusqu'à l dans le cas où la production serait insuffisante dans les groupes II, IV, V et VI, des houillères du *Donetz-Supérieur* sont v. rs l'intérieur de l'empire, et surtout dan



			1	Petit ravin débouchant à la rive droite d Pétrovskaïa, affluent de la rive droit 2 kilom. S.O. de Pétrovskaïa........
			2	Ibidem. 40 m. au-dessous de la précéder
a	Pétrovskaïa..................	4,05	3	Ibidem. 15 m. id..........
			4	Ibidem 175 m id...........
1			4	

II. GROUPE DES HOU

Les couches de houille appartenant à ce groupe sont situées dans une contrée elles affleurent dans un promontoire de terrain carbonifère, le premier que pose de grès et de schistes renfermant de nombreuses et puissantes couches d N.N.E.—S.S.O.; l'inclinaison y dépasse rarement 20°. Le nombre des c fureuses; mais certaines variétés sont très-pures, donnent un bon coke fritté, et Elles sont en général aussi gazeuses, mais plus collantes que celles du 1er group fondu, contenant 0,509 de carbone, et 0,044 de cendres. Les principaux em dans la fonderie impériale de Lougane; l'évaporation de l'eau dans la saline de autour des exploitations. Les transports se font par des routes de terre; cepend crue du Donetz, des barques qui amènent à Rostov, dans le Don inférieur, de ment à Taganrog et à Kertch.

[ex]ercés dans la chaîne du Donetz.

[COUCHES] [des] couches. Inclinaison. (1)	Direction. (2)	TRAVAUX exécutés sur chaque couche. Nature des travaux (3)	Production moyenne annuelle.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	

[DONETZ-]SUPÉRIEUR.

[...]is, en un point isolé au milieu des terrains crétacés qui s'étendent en couches **[...]al de l'Ukraine.** Le terrain carbonifère s'y compose de grès et de schistes avec **[...]ble, parfois verticale,** est moyennement de 45° vers l'O. Quatre couches de houille **[...]ne, et d'assez bonne qualité**; elle rend moyennement à la distillation 0,59 de coke **[...]ar des routes** de terre, dans les provinces de l'Ukraine et de Poltava; ses princi- **[...] formation** carbonifère du Donetz sera activement exploitée dans tous les points où **[...]prolonge certainement** sous les terrains crétacés, tant au N. O. qu'au S. O. du gîte de **[...]tendue et** l'importance industrielle des houillères du *Donetz-Supérieur*. Ce groupe **[...]ine, n'offrirait** aux houilles de Pétrovskaïa un moyen de transport avantageux que **[...]és pour** approvisionner le Don inférieur et la mer d'Azov. Les véritables débouchés **du Dniéper.**

• O.	5°	R. A. p. g.	1,637,000	Les couches sont interrompues par des failles qui empêchent les travaux de se développer dans le sens de la direction. On épuise les eaux avec de petites bennes de 1 à 2 hectolitres, mises en mouvement par un manége ou à bras d'homme. La houille se vend sur place de 0 f. 82 à 1 f. 65 les 100 kilogr. On en expédie jusqu'à Kharkov et Tchougouiev à 120 kilom. des mines. Les couches n[os] 2 et 3 sont presque épuisées aujourd'hui, dans la partie connue, jusqu'à la profondeur de 43 m, et l'exploitation se trouve fort restreinte par l'affluence des eaux. Munies de meilleurs moyens d'épuisement, ces mines pourraient donner lieu à une production considérable. Ces mines appartiennent à la colonie militaire de Pétrovskaïa; elles sont situées précisément au point ou l'ancienne ligne fortifiée de l'Ukraine vient s'appuyer sur le Donetz.
• O.	5°	E. p. g.		
• O.	5°	E. p. g.		
• O	5°	R. p. g.		
•	5°		1,637,000	Totaux et moyennes pour le I[er] groupe.

[LICIT]CHIA-BALKA.

[...]rise, près de la rive droite du Donetz, entre Privolnoé et la haute Biélinka; **[...]sortant des** collines arénacées et crayeuses de l'Ukraine. Ce promontoire se com- **[...]s, orientées** d'une manière assez variable, offrent, dans le principal gîte, la direction **[...]re parfois** à 7, et leur puissance totale à 7 m. 40. Ces houilles sont souvent sul- **[...]s bonnes** houilles flambantes de France, de Belgique et de Grande-Bretagne. **[...]té qui** provient de Licitchia-Balka a rendu à la distillation 0,553 d'un coke bien **[...]loitée dans** ce groupe sont : la deuxième fusion de la fonte et l'élaboration du fer **[...] du fer,** la cuisson de la chaux et le chauffage domestique dans un rayon étendu **[...]nnées on** expédie, chaque printemps, de Licitchia-Balka, à l'époque de la grande **le houille** : celle-ci est ensuite expédiée vers les ports de la mer d'Azov, et notam-

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbon	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HO
			5	2 kilom. S.S.O. de Privolnoé..........
a	Privolnoé..................	1,69		
			6	A 50 ou 60 m. au-dessous de la précéden 400 m. E. du puits qui a découvert cett
			7	Petit plateau adjacent au flanc droit d *Licitchia-Balka*..................
			8	Ibidem. 60 m. environ au-dessous du n° 7
			9	Ibidem. 35 m. id. n° 8
b	Licitchia-Balka..	7,40	10	Ibidem. 25 m. id. n° 9
			11	Ibidem. 20 m. id. n° 10
			12	Ibidem. 15 m. id. n° 11
			13	Ibidem. 45 m. id. n° 12
c	Tiérentieva..	0,60	14	Ravin de Tiérentiéva. — 3 kilom. S. de Li
			15	Ravin d'Orlovka. — 5 kilom. S. de Licit 2 kilom. N.O. de Verkhnié.........
d	Orlovka-Balka	1,78		
			16	Ibidem. 45 m. au-dessous de la précéden

…vés dans la chaîne du Donetz.

…URE …couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
Inclinaison. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	
…-BALKA (*suite*).				
[illegible]° O.	15°	R. A p.	»	La couche n° 6 a été exploitée au commencement de ce siècle par les habitants du pays, au moyen de puits peu profonds pratiqués près des affleurements. — Plus tard le gouvernement entreprit de développer cette exploitation. Un grand puits, creusé dans cette vue à 400 m. des affleurements, fit découvrir la couche n° 5; mais l'abondance des eaux et l'insuffisance des moyens d'épuisement ne permirent pas d'atteindre la couche n° 6. — En 1839, les travaux, tant anciens que récents, étaient complètement abandonnés.
[illegible] O.	15°	E. A. p. g.		
[illegible]° S.	145°	E. p. g.	7,367,000	Les sept couches de Licitchia-Balka paraissent affleurer à la surface du sol suivant des demi-ellipses concentriques dont le grand axe est à peu près orienté N. 145° O. — Si la régularité observée dans les parties explorées existe également dans celles qui restent à reconnaître, le grand axe de l'ellipse extérieure aurait environ 2 kilomètres de longueur. L'inclinaison est en général normale aux lignes d'affleurement, et le pendage a lieu vers l'extérieur des ellipses. Les couches forment donc une suite de dômes ellipsoïdaux dont l'affleurement le plus central correspond nécessairement à la couche la plus inférieure : c'est précisément la disposition inverse de celle qui constitue un bassin proprement dit. — L'exploitation a été entreprise par le gouvernement vers 1795, sous la direction de M. Gascoyne, qui construisait, à la même époque, la fonderie de Lougane : jusqu'à ce jour elle a conservé le premier rang parmi les exploitations des autres groupes de houillères. — L'établissement d'une navigation régulière sur le Donetz donnerait une assez grande importance à ces houillères, de même qu'aux autres gîtes du même groupe, si la demande de charbon était plus active dans la mer d'Azov et dans la mer Noire, et surtout si les charbons indigènes n'avaient pas à y combattre la concurrence de ceux de la Grande-Bretagne. Il est digne de remarque en effet que les houilles de Grande-Bretagne, amenées comme lest dans la mer Noire, se vendent 4 fr. 10 les 100 kil. à Odessa, tandis qu'elles coûtent à peu près le même prix dans la basse Seine, où elles exigent des frais spéciaux de transport : la distance parcourue dans l'un et l'autre cas est cependant comme 12 à 1.
[illegible]° S.	145°	E. p. g.		
[illegible]° S.	145°	E. p. g.		
[illegible]° S.	145°	E. p. g.		
[illegible]° S.	145°	»		
[illegible]° S.	145°	»		
[illegible]° S.	145°	E. p. g.		
[illegible] S.	50°	R. A p.	»	Un puits de recherche, qui ne paraît pas avoir atteint la couche, a été creusé à quelque distance de l'affleurement.
[illegible] S.	106°	E. A. p. g.	»	Ces deux couches ont été exploitées par le gouvernement, de 1830 à 1836. On en a extrait beaucoup de charbon d'assez bonne qualité. Trois puits, dont le plus profond avait 34 m., ont été creusés sur la première couche. — On voit encore sur place de grands tas de menu charbon : une partie de ce combustible se détruit chaque jour par la combustion spontanée; une autre partie est employée sur place pour la cuisson de la chaux. Ces mines renferment encore beaucoup de charbon au-dessous du niveau exploité.
[illegible]° S.	106°	E. A. p. g.		

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		metres.		
				GROUPE DES HOU
e	Verkhnié..	3,00	17	Rive gauche de la haute-Biélinka, en face d Verkhnié..........................
			18	Ibidem. 19 m. au-dessous de la précédent
			19	Ibidem. 23 m. id..........
			20	Ibidem. 32 m. id..........
			21	Ibidem. 78 m. id..........
f	Nikolaevka...	0.15	22	Petit ravin débouchant sur le flanc droit Biélinka. — 1 kilom. du village Nikolaev
	Appendice...	»	»	» » »
6			18	

III. GROUPE DES HOUI

Les couches de houille appartenant à ce groupe affleurent, en un grand no phique de la Lougane. Le terrain se compose essentiellement de grès et de sch aucune loi générale dans leur direction et leur inclinaison. — Le nombre de co ordinairement d'autant plus grand que l'inclinaison est plus considérable, ce q ordinairement cachées à l'observateur. Vers le S.E. du groupe, où les couc pement, on connait jusqu'à six couches offrant une épaisseur totale de 3 m. 50. L en un petit nombre de points. La houille d'Anninskoé, par exemple, peut être l'ouest de l'Europe. Elle donne à la distillation 0,804 de coke boursouflé, contena fonte et l'élaboration du fer dans l'usine de Lougane; le forgeage du fer dans le p

[illegible]ravés dans la chaîne du Donetz.

[illegible] des couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
Inclinaison. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abreviations employées dans cette colonne.
[illegible]	degrés.		kilogram.	
[illegible]-BALKA (*suite*).				
30° E.	177°	R. A. t. c. o.	»	On voit à la surface du sol quelques tranchées pratiquées sur les affleurements des principales couches; mais il ne paraît pas qu'on y ait jamais ouvert une exploitation proprement dite. — La qualité du charbon est peu connue; on peut cependant conjecturer, à la vue des affleurements, que la couche n° 20 serait, sous ce rapport, d'une exploitation avantageuse. — Par suite de leur heureuse position près du Donetz, ces mines pourraient acquérir une certaine importance, si la création de nouveaux débouchés dans la mer d'Azov et dans la mer Noire venait développer la production de la houille dans le groupe de Licitchia-Balka.
30° E.	177°	»		
60° E.	179°	»		
70° E.	179°	R. A. t. c. o.		
70° E.	180°	»		
8° O.	164°	»	»	Affleurement fort régulier sur une longueur de 200 m.
»	»	»	»	Les couches de Privolnoé, Tiérentiéva, Orlovka, Nikolaevka sont probablement plus nombreuses qu'on ne l'indique dans cette énumération; en raison de leur faible inclinaison, les couches inférieures qui peuvent y exister se trouvent situées défavorablement pour affleurer à la surface. — Il existe sans aucun doute des couches non observées sur les lignes qui joignent les localités ici indiquées : c'est ainsi qu'on nous a signalé, entre Licitchia et Privolnoé, dans le ravin Roubejnaïa, deux affleurements sur lesquels on aurait fait des travaux de recherche : la tentative que nous avons faite pour observer ces affleurements ayant été infructueuse, nous ne pouvons faire figurer ici, que pour mémoire, le gîte de Roubejnaïa-Balka.
30°	131°		7.367,000	Totaux et moyennes pour le II° groupe.

[illegible]OUGANE.

[illegible] une contrée fort étendue qui comprend la majeure partie du bassin hydrogra- [illegible] assez rare. Les couches y sont fort tourmentées, et il a été impossible de trouver [illegible]prises dans chaque système d'affleurements est très-variable : ce nombre est [illegible] que, dans les districts à couches peu inclinées, les couches inférieures restent [illegible] très-inclinées, et où les travaux d'exploitation ont acquis le plus de dévelop- [illegible] est très-variable : médiocre ou mauvaise dans la plupart des localités, excellente [illegible] parmi les combustibles du Donetz, et même parmi les houilles maréchales de [illegible] et 0,055 de cendres. — Les principaux emplois sont : la deuxième fusion de la [illegible] même ou à une faible distance au delà; plus rarement la cuisson de la chaux et

Tableau général des gites de ch

DÉSIGNATION des gites carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gite carbon	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		

GROUPE DES HOU

le chauffage domestique. Tous les transports se font par terre; les gites de ce grou puissent disposer de moyens de transport plus économiques. Les débouchés nature agricoles; selon toute apparence, ces dernières pourront prendre un jour un plu vie, de la bière, du sucre indigène; pour le raffinage du suif, la mouture des gr

a	Anninskoé..................	0.85	23	Rive gauche de la rivière d'Anninskoé, aff de la Lougane. — 1 kilom. et demi S.E. d'Anninskoé..........................
b	Territoire de Goloubovka......	0.90	24	Petit ravin débouchant au flanc droit de l — 3 kilom. de l'embouchure du ravin. — de Goloubovka......................
c	Territoire de Goloubovka......	0.50	25	Flanc droit de la Lougane. — 3 kilom. au Goloubovka..........................
d	Territoire de Goloubovka......	0.50	26	Vallée de la Kamouichevakha, affluent ga Lougane. — Flanc gauche de la vallée à son embouchure. — 4 kilom. O. de Golo
e	Territoire de Goloubovka......	0.35	27	Flanc droit de la Lougane en face du mou loubovka..............................
f	Territoire de Goloubovka......	0.45	28	Vallée de la Lougane. — Sur les deux rive vière. — 3 kilom. au-dessous de Golouboy
g	Komiçarovskoé.......	0.55	29	Flanc droit de la vallée de l'Azovaïa. — 1 demi au-dessous du village de Komiçarov
h	Elénovskoé....	1.15	30	Flanc gauche de l'Azovaïa. — 1/2 kilom. au village d'Elénovskoé................. ..

...rvés dans la chaine du Donetz.

...LLURE ...couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
...clinai-son. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	

...(suite).

...le Donetz par un massif crayeux, il n'est pas probable que d'ici à longtemps ils ...mblent donc devoir se borner à la contrée même, où existent de belles exploitations ...ment, en employant le combustible que recèle le sol pour la fabrication de l'eau-de-... de l'huile, etc., etc.

3° N.	109°	E. p. g.	165,000	Exploitation commencée depuis cinq ans par le propriétaire du sol. On perce chaque année un nouveau puits sur le plateau ; on exploite, en septembre et en octobre, à une profondeur de 15 à 18 mètres. La couche qui affleure dans la vallée pourrait être attaquée par galeries. — Houille excellente pour les forges maréchales ; on l'expédie jusqu'à 30 kilom. de distance, surtout vers le sud.
6° S.	70°	E. t. c. o.	8,000	La couche affleure sur le flanc droit du ravin. — Les travaux entrepris par le propriétaire de tout le territoire sont dirigés sur cet affleurement, mais poussés avec peu d'activité, vu la qualité médiocre de la houille.
10° N.	75°	R. A. t. c. o.	»	Des travaux de recherche, aujourd'hui abandonnés, ont été entrepris par le propriétaire qui exploite la couche précedente.
8° S.	110°	»	»	Cet affleurement, qui ne présente qu'un combustible fort impur, ne paraît pas avoir été l'objet de travaux de recherche.
8° S.	80°	»	»	Affleurement sans importance qui ne présente que des filets de charbon dans du grès.
35° S.	75°	E. t. c. o.	5,000	Houille d'assez bonne qualité exploitée par tranchées à ciel ouvert par le forgeron de Goloubovka, pour sa propre consommation.
15° S.	[illegible]	R. A. t. c. o.	»	Houille de qualité inférieure. — Deux ouvriers de Licitchia-Balka y ont été envoyés pour faire quelques tranchées à ciel ouvert.
4° E.	171°	E. g.	15,000	Charbon de qualité médiocre, exploité pour la fabrication de la chaux en même temps qu'un calcaire situé au toit de la couche : l'exploitation, commencée en 1821, ne pourrait prendre un plus grand développement que si l'on découvrait de la bonne houille pour la forge, ou si le débouché de la chaux augmentait. — On a signalé d'autres affleurements qui appartiennent peut-être à d'autres couches que nous n'avons pu observer.

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HOU
i	Dolgaia-Balka................	0,45	31	Ruisseau Dolgaïa, petit affluent de la riv l'Azovaïa. — 3 kilom. O. de Sabojoursko
j	Sabojourskoé................	1,10	32	A l'ouest et près de Sabojourskoé. — Emb la Dolgaïa dans l'Azovaïa..............
			33	Ibidem. 15 m. environ au-dessous de la pr
k	Territoire de Sabojourskoe.....	1,30	34	Flanc droit de l'Azovaïa. — 1 kilom. 1/2 au Sabojourskoé......................
l	Kratzovka..................	0,90	35	A 3 kilom. au-dessus de Pavlovskoé, dans u vin débouchant au flanc gauche de l'Azov hameau non figuré sur la carte, appelé d Kratzovka.........................
m	Pavlovskoé (1er gîte)..........	0,45	36	Rive gauche de l'Azovaïa. — 600 m. environ vière, au nord de Pavlovskoé..........
n	Pavlovskoé (2e gîte)........	1,44	37	Ravin sur la rive gauche de l'Azovaïa, près sous du village de Pavlovskoé..........
			38	Ibidem. 20 m. au-dessous de la couche précé
			39	Ibidem. 8 m. au-dessous de la couche précéd
			40	Ibidem. 8 m. au-dessous de la couche précéd
			41	Ibidem. Inférieure aux quatre couches précé
o	Tantalovka.................	0,30	42	Flanc droit de l'Azovaïa. — En face du villa talovka............................
p	Goroditché....	0,80	43	Petit ravin débouchant à rive droite de la laïa. — En face et à 1 kilom. S.E. du vill roditché.........................

[illegible] dans la chaine du Donetz.

[illegible] couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
[illegible] (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. 3	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
[illegible]	degrés.		kilogram.	
[illegible] (*suite*).				
[illegible]° S.	99°	»	»	La couche n° 31 se montre à 3 kilom. seulement de l'affleurement n° 23. Les habitants de Sabojourskoé ont gardé le souvenir de travaux faits à une époque déjà ancienne et qui auraient indiqué l'existence d'un charbon de bonne qualité dans la couche n° 32. — On ne voit aucun indice de recherches sur la couche n° 31 qui paraît cependant être de bonne qualité. Cette insouciance des habitants du pays s'explique en partie par l'abondance des bois dans la vallée de la Dolgaia.
[illegible]° N.	79°	E. A. p.	»	
[illegible]° N.	79°	»	»	
[illegible]° O.	14°	R. A. g.		L'administration des mines a fait creuser il y a quatre ans dans cette couche une galerie longue de 37 m. La houille extraite s'étant toujours montrée de qualité inférieure, les travaux ont été abandonnés.
[illegible]° S.	79°	R. t. . . o.	»	Sur le flanc gauche du ravin, affleure une couche puissante de schiste charbonneux : deux ouvriers, qui exploraient cet affleurement en août 1837, avaient mis à découvert trois veines parallèles de houille comprises dans cette couche et présentant une épaisseur totale de 0 m. 90.
[illegible]° S.	81°	R. A. p.	»	Cette couche paraît être le relèvement d'une des cinq couches du système suivant. — Un puits a été creusé en 1837 près de l'affleurement, et a atteint la couche à 6 m. environ de profondeur. — L'épaisseur ainsi reconnue était la même qu'à l'affleurement. — Travaux aujourd'hui abandonnés.
[illegible]° N.	85°	»		Ces couches, ainsi que les roches de nature assez variée au milieu desquelles elles affleurent, sont mises à nu par les eaux qui coulent accidentellement dans le ravin. — Les gisements de houille de ce territoire n'ont point encore attiré l'attention du propriétaire chez lequel nous avons vu cependant employer la houille d'Elénovskoé pour quelques usages domestiques. — C'est par le soin de l'administration des mines qu'ont eu lieu les recherches, peu étendues d'ailleurs, qui ont été faites dans cette partie de la vallée de l'Azovaia.
[illegible]° N.	84°		»	
[illegible]° N.	87°			
[illegible]° N.	01°	»	»	
[illegible]° N	00°	»	»	
[illegible]° N	[illegible]°	»		Ce gîte, de mauvaise qualité, ne présente d'autres circonstances remarquables que sa direction anormale pour la chaîne du Donetz. — Cette direction se reproduit avec une régularité remarquable de Pavlovskoé à Tantolovka. — Elle est accusée par de grandes crêtes de grès dont l'inclinaison atteint souvent 45°. — L'Azovaia, dans cette partie de son cours, suit exactement la même direction.
[illegible]° E.	[illegible]°	R. A. [illegible]	»	Des recherches, faites par l'administration des mines, ont constaté l'existence d'une couche de houille sèche, mais pure, que l'on pourrait utilement exploiter par galeries, si les circonstances locales et la création de débouchés suffisants rendaient possible une exploitation permanente. — Il existe à peu de distance de riches gisements de minerai de fer.

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HOI
q	Adrianopol..................	0,15	44	Près du village d'Adrianopol, sur la rive petit ruisseau affluent droit de la Biélaïa
r	Iatchikova.....	0,80	45	Rive gauche de la Biélaïa, à l'est et près de Iatchikova..........................
s	Céleznevka..................	0,55	46	Petit ruisseau affluent de la rive gauche de — 4 kilom. N. de Celeznevka.........
t	Constantinovka..............	0,20	47	Rive gauche de la Biélaïa. — 1 kilom. au village de Constantinovka.............
u	Mikhaïlovskoé...............	0,25	48	A 2 kilom. 1/2 N.O. du village Mikhaïlovsk petit ravin débouchant à la rive gauche de
v	Bieloé.................. ..	1,05	49	Sommet des collines bordant la rive gauche laïa. — 2 kilom. O.N.O. de Biéloé.......
			50	Couche supérieure à la précédente, affleurant couche et la rivière....................
x	Ouspenskoé.................	3.50	51	Rive gauche de l'Olkhovaïa affluent droit gane. — En face et jusqu'à 2 kilom. au-de lage d'Ouspenskoé..................
			52	Ibidem. 160 m. au-dessous de la précédente
			53	Ibidem. 20 m. au-dessous de la précédente..
			54	Ibidem. 20 m. au-dessous de la précédente.
			55	Ibidem. 125 m. au-dessous de la précédente
			56	Ibidem. 35 m. au-dessous de la précédente.

...vés dans la chaine du Donetz.

...LLURE des couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
...inai-son. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
...grés.	degrés.		kilogram.	

...GANE (suite).

5° N.	90°	»	»	Le bel aspect que cette houille présente à l'affleurement a motivé quelques travaux de recherches aujourd'hui abandonnés.
4° N.	89°	E. A. p. et g.	»	Présente quelques rapports de gisement avec la couche de Kratzovka (n° 35), située à peu près à la même hauteur dans la vallée parallèle de l'Azovaïa. — On nous a signalé dans ce territoire plusieurs couches de houille qui auraient été exploitées à divers intervalles depuis l'année 1795. — Nous n'avons pu reconnaître qu'une seule couche renfermant trois petites veines de houille séparées par deux couches de schiste ayant une épaisseur totale de o m. 75. — En 1839, il n'existait plus d'exploitation : les travaux paraissaient abandonnés depuis assez longtemps.
2° N.	90°	E. A. g.	»	La couche affleure à une faible hauteur au-dessus des eaux du ruisseau; elle ne renferme que o m. 30 de bonne houille. — L'affluence des eaux n'a pas permis de poursuivre les travaux.
° S.	79°	»	»	Affleurement sans importance.
5° N.	74°	R. A. p. g.	»	Quelques recherches, motivées par la bonne qualité de la houille, ont été faites en 1838 par le propriétaire du sol. — Elles sont abandonnées aujourd'hui.
° S.	56°	E. p. g.	330,000	La grande couche exploitée activement de 1801 à 1806 par l'administration de la fonderie impériale de Lougane, a fourni annuellement, pendant cette période, 1,637,000 kil. de houille à cette usine. — La houille est assez grasse, mais pyriteuse. — On voit sur la crête de cette couche une ligne de puits fort étendue, orientée exactement N.56°O. — La profondeur des travaux ne dépasse guère 40 mètres. — La houille est exploitée aujourd'hui avec peu d'activité par le propriétaire du sol qui la vend sur place de 1 fr. 20 à 1 fr. 50 les 100 kil. — La couche n° 50 ne paraît pas avoir été exploitée; on en a à peine reconnu l'épaisseur dans un seul affleurement; son allure est tout à fait inconnue.
° S.	56°	»	»	
° N.	82°			L'exploitation des mines d'Ouspenskoé a commencé en 1801, à peu près à la même époque que celle de Biéloé ; mais depuis ce temps elles n'ont pas cessé d'être exploitées par l'administration des mines. — Les travaux ont été dirigés sur les couches n°s 51, 53, 54, 55 et 56. La couche n° 54 est la seule exploitée en ce moment, soit par le gouvernement, soit par des particuliers qui ont attaqué depuis longtemps la même couche en dehors des limites du domaine impérial. Les puits d'extraction ne sont pas poussés ordinairement au delà de 30 à 40 mètres. En 1839, on dépilait d'anciens travaux et l'on perçait deux nouveaux puits pour atteindre les couches à un niveau plus bas que par le passé. L'un d'eux, poussé à 54 m., n'avait pas encore rencontré le charbon. — Ces mines alimentent en partie la fonderie de Lougane qui n'en est éloignée que de 23 kilom., et qui a été placée sur le terrain crétacé. Biéloé et Ouspenskoé sont les deux points du terrain carbonifère les plus rapprochés de cette fonderie.
° N.	82°			
° N.	82°	E. p. g	820,000	
° N.	82°			
° N.	82°			
° N.	80°			

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbon	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HOU
v	Guéorguievska................	0,30	57	Rive gauche de l'Olkhovaïa. — Près du Guéorguievska......................
	Appendice....................	"	"	" " "
24			35	.

IV. GROUPE DES HOUI

Les affleurements et les couches connus dans ce groupe sont tous compris dans l
extrémité orientale au Donetz, qui touche en ce point, pour la deuxième fois, le
carbonifère se compose de grès, souvent micacés et schisteux, alternant çà et là
ordinairement très-inclinées et souvent verticales : leur direction dominante est
quefois O.S.O.—E.N.E. dans la vallée de la Kamenka, comme les parties correspo
verticale s'élève quelquefois à six, et l'épaisseur totale de la houille à 3 m. 02. La h
constance, combinée avec l'allure tourmentée des couches, n'a point encore pe
tion des mines et par les particuliers sur les affleurements des couches, n'ont point
Il est d'autant plus à regretter que ces conditions n'aient pas été rencontrées au mi
de cette région seraient dans des conditions beaucoup plus favorables que celles de L
sur le Donetz, qui est de 467 kilom. pour ces dernières, serait réduit à 240 kilom.
menka, par M. A. de Demidoff, jusqu'à la profondeur de 111 mètres, a amené la dé
de coke, contenant 0,754 de carbone et 0,074 de cendres.

a	Pétropavlovka................	0,50	58	Naissance d'un ravin affluent de la rive l'Olkhovaïa. — A égale distance des vill pavlovka, Ivanovka et Nikolaevka.......
b	Oriekhovo (le grand).........	0,10	59	Rive gauche de la Lougantchik. — 3 kilo d'Oriékhovo (le grand)...............
			60	Rive gauche de la Lougantchik. — Pres le riekhovo (le petit)..................
c	Oriékhovo (le petit)	1,10		
			61	Ibidem. 12 m. au dessous de la précédent

…vés dans la chaine du Donetz.

…URE …ches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
…mi… l… •	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
…m.	degrés.		kilogram.	

…ANE (suite).

S.	135°	R. A.	»	Affleurement sans importance. — Limite du territoire cretacé.
	»	»	»	Bien que ce groupe ne paraisse pas à beaucoup près être, à surface égale, aussi riche en houille que le précédent, les affleurements y sont fort nombreux, et nous n'en avons certainement indiqué ici qu'une partie. Cette multiplicité des affleurements résulte surtout des nombreuses inflexions de roches qui ramènent la même couche au jour sur un grand nombre de points.
…°	86°		1,343,000	Totaux et moyennes pour le III° groupe.

…OUGANTCHIK ET DE LA KAMENKA.

…rographiques de la Lougantchik et de la Kamenka. Ce groupe confine par son …, pour ne plus le quitter ensuite jusqu'à son embouchure dans le Don. — Le terrain …antes de schistes et quelques couches subordonnées de calcaire. Les couches sont …ans la vallée de la Lougantchik; cette direction devient O.-E. et même quel…nière rivière. Le nombre des couches de houille comprises dans une même section …ent de mauvaise qualité, souillée de pyrites ou de parties terreuses : cette cir…ploitation permanente. Les recherches assez nombreuses dirigées par l'administra…localité réunissant les conditions convenables pour une exploitation avantageuse. …ts nombreux et assez puissants qui confinent à la rive droite du Donetz, que les houilles …être transportées jusqu'au Don, lors des crues du printemps. Le trajet à parcourir …illes du IV° groupe. Le sondage exécuté près d'Ilinka, dans la vallée de la Ka…couche de houille épaisse de 1 m. 65 ; cette houille rend, par la distillation, 0,828

S.	140°	R. p.	»	Bel affleurement de houille sèche passant à l'anthracite : l'administration des mines y fait creuser un puits de recherche qui avait déjà atteint, en juin 1839, à la profondeur de 25 m. — Ces travaux étaient gênés par l'affluence des eaux.
S.	49°	»	»	Houille de bonne qualité. — Gîte qui n'a d'autre importance que de signaler probablement quelques autres couches, suivant la loi assez générale dans la chaîne du Donetz et dans le IV° groupe en particulier.
N.	99°	R. A. p.	»	L'inclinaison de 40° ne paraît s'appliquer qu'à une partie de l'affleurement des couches : celles-ci paraissent disposées en fond de bateau et se relever, au nord des affleurements, avec une inclinaison vers le sud. — On remarque, du moins à 150 m. environ des deux premières couches, une petite couche de 0 m. 20 plongeant de 75° vers le sud. Au reste ce terrain paraît fort tourmenté, et l'on y a observé une faille très-remarquable. La houille, surtout celle de la couche supérieure, paraît de bonne qualité. Cette localité mériterait des recherches plus étendues que celles qui y ont été faites jusqu'à présent par ordre de l'administration des mines.
S.	99°	R. A. p.	»	

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HOUILL
d	Territoire de Pervozvanovka. . .	1,50	62	Rive gauche de la Lougantchik. — 2 kilom de Pervozvanovka..................
e	Pervozvanovka...............	2,26	63	Rive droite de la Lougantchik. — Près d Pervozvanovka....................
			64	Ibidem. 6 m. au-dessous de la précédente.
f	Oriékhovaia-Balka...........	1,40	65	Petit ravin débouchant au flanc gauche Oriékhovaïa, qui débouche elle-même à che de la Lougantchik, a Pervozvanovka. S. de ce dernier village...............
			66	Ibidem. Affleure à 600 m. au S. de l'affleu couche précédente............. .....
			67	Ibidem. 95 m. au-dessous de la précédente
g	Roubejnaia-Balka............	0,90	68	Rive gauche du ravin Roubejnaïa, débouch gauche de la Kamenka. — 5 kilom. au-de lage de Kamenka..................
			69	Ibidem. Affleure à 150 m. au S. de l'affleur couche précédente.....................
			70	Ibidem. 17 m. au-dessous de la précédente..
			71	Ibidem. 50 m. au-dessous de la précédente.
h	Territoire de Krasnaïaskoï......	0,50	72	Rive gauche de la Kamenka. — 7 kilom. au village de Kamenka. — 2 kilom. au-de localité précédente.....................
i	Territoire d'Izvarine..........	1,20	73	Ravin de la Douvannaïa débouchant à la ri la Kamenka, au-dessous du hameau d'Izv
j	Territoire de Vlaçov..........	0,90	74	Petit ravin débouchant au flanc gauche de l — 2 kilom. au-dessus de Vlaçov.......
			75	Ibidem. au-dessous de la précédente.....
			76	Ibidem. id.................
			77	Ibidem. id.................
			78	Ibidem. id.................
			79	Ibidem. id.................

…rcés dans la chaîne du Donetz.

…LURE …ouches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
…inaison. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
…grés.	degrés.		kilogram.	
…ET DE LA KAMENKA (*suite*).				
…° S.	70°	»	»	Cette couche renferme deux lits de schiste noir ayant une épaisseur totale de 0 m. 45, ce qui réduit à 1 m. 05 l'épaisseur de la houille. — Le toit de la couche présente des rognons de fer carbonaté passant à l'hydroxyde de fer argileux.
…° S.	78°	»	»	La couche n° 64 renferme 0 m. 20 de schiste noir, ce qui réduit à 1 m. 46 l'épaisseur du charbon. — Elle présente une grande analogie de gisement avec la couche n° 62, et en paraît être la continuation.
…° S.	78°	»	»	
…° S.	70°	R. A. p.	»	Les affleurements indiqués ci-contre appartiennent, selon toute apparence, à un système de couches présentant deux pentes opposées et affectant la forme de bassin. — Il est très-probable que les affleurements n°s 65 et 66 sont les extrémités opposées d'une même couche. — Des recherches, aujourd'hui abandonnées, ont été dirigées sur ces trois affleurements par l'administration des mines. Un puits de 11 m. a été approfondi sur la couche n° 65 : le puits pratiqué sur la couche n° 66 a été poussé jusqu'à la profondeur de 34 m. — Le manque de débouchés locaux, et l'éloignement de la population ouvrière, s'opposent à ce que l'on tire parti des circonstances favorables que présente cette localité.
…° N.	75°	R. A. p.	»	
…° N.	90°	R. A. p.	»	
…5° S.	75°	R. A. t. c. o.	»	Ce gîte paraît encore présenter la disposition en bassin, qui vient d'être signalée dans la localité précédente. — Les couches n°s 68 et 69 paraissent être les relèvements opposés d'une même couche. — Les affleurements observés en ce lieu ont peu d'importance.
…° N.	75°	R. A. t. c. o.	»	
…° N.	75°	R. A. t. c. o.	»	
…° N.	75°	R. A. t. c. o.	»	
…° S.	69°	»	»	Cet affleurement indique, pour l'allure et la qualité de la houille, des circonstances assez favorables. — La couche paraît être très-régulière, et pourrait être exploitée par galeries au-dessus du niveau des eaux.
…5° S.	91°	»	»	Couche non exploitée et de qualité inconnue, mise à découvert à son affleurement par des travaux superficiels ayant pour objet l'exploitation d'une argile.
…3° S.	93°	»	»	Petites couches qui n'ont d'autre importance que de signaler l'allure générale de la bande houillère dans la vallée de la Kamenka.

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HOUI
k	Territoire de Vlaçov..........	0,15	80	Flanc gauche de la Kamenka. — 2 kilom du village de Vlaçov................
			81	Bord de la Kamenka, près du village Ilink
l	Ilinka......................	2,35	82	Ibidem. au-dessous de la précédente.....
			83	Ibidem. au-dessous de la précédente....
m	Territoire de Stanitchié.......	0,50	84	Fond d'un petit ravin débouchant à la ri la Kamenka. — Près de Stanitchié, à dessus de Kamiçarov................
			85	Flanc gauche de la Kamenka et du petit r tient l'affleurement n° 84. — 2 kilom. village de Kamiçarov..............
			86	Ibidem. au-dessous de la précédente...
n	Territoire de Stanitchié.......	1,60	87	Ibidem. id............
			88	Ibidem. id............
			89	Ibidem. id............
			90	Ibidem. id.......... ..
			91	Petite vallée de Biélinka débouchant dans l du Donetz, à 6 kilom. au-dessus de Go — A 3 kilom. du Donetz............
			92	Ibidem. au-dessous de la précédente....
o	Biélinka....................	3,02	93	Ibidem. au-dessous de la précédente....
			94	Petit ravin débouchant au flanc gauche d un peu au-dessous de l'affleurement pr
			95	Ibidem. 8 m. environ au-dessous de la
p	Popov......................	0,60	96	Rive gauche de la Biélinka. — 1 kilom. affleurements précédents. — 1/2 kilom.

[…]bservés dans la chaîne du Donetz.

ALLURE [des] couches. Inclinai[son] (1)	[Direction] (2)	TRAVAUX exécutés sur chaque couche. Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	
[…] ET DE LA KAMENKA (suite).				
25° S.	89°	»	»	
20° N.	131°	Sondage.	»	La couche n° 81 a été découverte dans le creusement des fondations de la forge du sondage. — La couche n° 82, traversée à 45 m. par le sondage, est celle que l'on voit affleurer dans le lit de la Kamenka. — La couche n° 83 a été découverte par le sondage. Les échantillons ramenés par la sonde indiquent une excellente qualité de houille. Cette couche paraît donc être une des plus remarquables de la chaîne du Donetz; il est d'ailleurs probable qu'elle se relève vers le jour, au N. et au S. du point où elle a été reconnue. — Voir, pour plus de détails, *les plans et coupes de la Pl. II.*
20° N.	149°	Sondage.	»	
20° N.	149°	Sondage.	»	
56° N.	125°	»	»	Couche mise à nu très-nettement par les eaux du ravin. — L'affleurement paraît être d'une excellente qualité. — Est peut-être le prolongement de la couche n° 89 qui affleure sur le flanc gauche du même ravin.
50° N.	125°	»	»	Ces couches affleurent dans une puissante masse de schistes : l'inclinaison des roches diminue à mesure qu'on s'élève dans la belle coupe naturelle que présente le coteau. Des masses fort considérables de grès quartzeux qui recouvrent tout ce système de schistes carbonifères, n'ont qu'une inclinaison de 30°.
50° N.	125°	»	»	
50° N.	125°	»	»	
55° N.	125°	»	»	
55° N.	125°	»	»	
60° N.	125°	»	»	
90° S.	85°	»	»	Il n'est pas facile de déterminer exactement les relations de ces cinq affleurements; il y a lieu de penser néanmoins qu'ils appartiennent à cinq couches parallèles comprises dans une masse de terrain carbonifère dont l'épaisseur n'excède guère 200 m. — La tradition locale apprend que la couche n° 93 a été exploitée à une époque déjà ancienne pour les besoins de l'usine de Lougane. — Les couches n°s 94 et 95 pourraient être aisément exploitées par gal[e]r[i]es, et paraissent se prolonger régulièrement à une distance assez considérable : c'est du moins ce qu'indique un affleurement charbonneux qui sillonne la pente du ravin où affleurent les deux couches. — C'est sans doute à la mauvaise qualité du combustible dans ces affleurements qu'il faut attribuer l'interruption des travaux de recherche qui les ont mis à nu.
85° S.	85°	»	»	
80° S.	80°	E. A. p. g.	»	
75° S.	78°	R. A. p. g.	»	
75° S.	78°	B. A. p. g.	»	
70° S.	85°	»	»	Paraît former une 6e couche parallèle aux précédentes, mais située beaucoup au-dessous. — Elle n'est peut-être qu'un rejet de l'une de ces couches.

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbon	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HOUIL
q	Territoire d'Oriékhov..........	0,20	97	Bord du plateau qui longe la rive droite entre Popov et Oriékhov. — 1 kilom. riékhov............................
r	Oriékhov....................	0,65	98	Petit ravin d'Oriékhov. — Près du village.
	Appendice..................	»	»	» » »
18			41	

V. GROUPE DES HOU

Ce groupe, le plus favorablement situé sous le rapport des moyens d'exportati constamment le cours du Donetz, et passe alternativement de l'une à l'autre rive sans renfermant çà et là de puissantes masses de schistes et des couches de calcaire a couches affectent visiblement une direction dominante, orientée, comme la par nière la plus brusque, non-seulement en différents points pris suivant la directi du groupe, présentent constamment des pentes en sens opposés, avec de nombreux le terrain carbonifère un grand nombre de vallées et de ravins, présentent de facili de recherches qu'il soit possible de désirer. On peut constater, par ces tranchées ces conditions assez favorables et les nombreuses tentatives déjà faites, ce g buer surtout à l'allure tourmentée des gîtes et à la mauvaise qualité des affleurem de succès, les exploitations trouveraient des débouchés assez importants dans les groupes II, IV et VI, à l'approvisionnement des bassins du Don, de la mer d'A

a	Vallée de la petite Kamenka...	1,75	99	Ravin débouchant au flanc droit de la petit à 5 kilom. environ au-dessus de l'embouch dernière dans le Donetz...............
			100	Ibidem..............................
			101	Ibidem.................... ... .
			102	Ibidem, au-dessous des couches précédente environ de la petite Kamenka..........
			103	Ibidem, à 12 m. au-dessous de la précéde

…rvés dans la chaîne du Donetz.

…URE …ches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
…inai-…n. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
…més.	degrés.		kilogram.	
…TCHIK ET DE LA KAMENKA (*suite*).				
… S.	86°	»	»	
… S.	110°	»	»	
»	»	»	»	Il est probable qu'une etude plus approfondie des vallees de la Kamenka et de la Lougantchik, y indiquerait l'existence d'un nombre d'affleurements beaucoup plus considérable.
…1°	81°		»	Totaux et moyennes pour le VI° groupe.

…NSKAIA.

…rès-étroite, mais longue de 45 kil. environ. Dans toute cette étendue, il accompagne …delà de 3 kilom. — Le terrain carbonifère est composé principalement de grès, …algré de profondes anomalies qui témoignent de dislocations très-complexes, les …du fleuve, de l'O.N.O. à l'E.S.E. — Quant à l'inclinaison, elle varie de la ma… …une même section transversale. De pareilles sections, faites dans toute l'étendue …icale et surtout par l'horizontale. — Les affluents du Donetz, qui ont creusé dans …ion, et constituent, dans ce massif de couches très-inclinées, le plus vaste système …bre des couches s'élève parfois à cinq, et leur épaisseur totale à 3 m. 40. Malgré …le précédent, ne renferme encore aucune exploitation de houille, ce qu'il faut attri… …cherches qu'il paraît convenable de poursuivre dans ce groupe étaient couronnées …[illegible] concentrés dans cette partie du Donetz, et concourraient d'ailleurs, avec les …ire.

… S.	95°	»	»	Les affleurements n°s 99, 100 et 101 se montrent sur le flanc droit et dans la partie supérieure du ravin, au milieu de roches qui présentent des inclinaisons en sens opposés : on n'a point reconnu exactement la relation de ces affleurements avec ceux des couches suivantes. — Les affleurements de cette vallée étant beaucoup moins importants que ceux de la Riguine, on ne les a pas reconnus d'une manière aussi complète : on a lieu de croire qu'il existe une relation assez intime et peut-être continuité entre les affleurements de ces deux vallées distantes de 5 kilom. environ. — Les couches 102 et 103 paraissent correspondre aux couches 107 et 108.
… S.	105°	»	»	
… S.	105°	»	»	
S.	109°	»	»	
S.	109°	»	»	

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HO
b	Vallée de la Riguine..........	2,70	104	Vallée de la Riguine, débouchant à la ri Donetz. 1 kilom. au-dessus de Kamensk lit même du ruisseau. — 4 kilom. S.I menkaïa..........................
			105	Ibidem. Flanc gauche de la vallée. — 332 de l'affleurement précédent............
			106	Petit ravin débouchant au flanc gauche de — 340 m. O. de la Riguine.—360 m. N. fleurement précédent..................
			107	Flanc gauche de la Riguine. — 720 m. au-d nord de l'affleurement n° 104. — Flanc d bouchure d'un très-petit ravin latéral...
			108	Ibidem. Flanc gauche du même ravin latéra au-dessous de la précédente...........
			109	Ibidem. 10 m. au-dessous de la couche pré
			110	Flanc gauche de la Riguine, à 296 m. N.E. rement précédent....................
c	Vallée de la Govennaïa........	3,10	111	Vallée de la Govennaïa débouchant à la ri Donetz. — Flanc gauche de cette vallée environ au-dessus de son embouchure....
			112	Ibidem 540 m. au-dessous de l'affleurement dans le lit même du ruisseau..........
			113	Ibidem. Flanc droit de la vallée. — Affleu points à 300 m. E.N.E. de l'affleurement p
			114	Ibidem. Flanc droit de la vallée. — Affleu N.N.E. de l'affleurement précédent......
			115	Ibidem. Flanc droit de la vallée. — Afflem N.N.E. de l'affleurement précédent......
			116	Ibidem. Flanc droit de la vallée. — Afflem N. de l'affleurement précédent.........
			117	Ibidem. 4 m. environ au-dessous de la pré
			118	Ibidem. Flanc gauche de la vallée. — Affle O. de l'affleurement précédent.........
			119	Ibidem. Rive droite du ruisseau. — A 18 l'affleurement n° 117.................
			120	Ibidem. Petit ravin débouchant au flanc g Govennaïa. — 234 m. O.N.O. de l'afflem cédent............................

...rvés dans la chaine du Donetz.

LURE ...uches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
...inai-son. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
...grés.	degrés.		kilogram.	
...AIA (suite				
...° N.	96°	»	»	
...° S.	99°	»	»	Les couches n°ˢ 104 et 105 paraissent être les relevements des couches n°ˢ 108 et 106, et forment probablement avec elles un véritable bassin qui s'étend jusque dans la vallée de la petite Kamenka. — Cette localité, qui renferme évidemment une assez grande richesse en combustible, mériterait de devenir l'objet de travaux de recherche : ceux-ci devraient avoir surtout pour objet de reconnaître la nature du combustible à une assez grande distance des affleurements où ils se montrent en général de qualité mauvaise ou médiocre. — Une assez grande quantité de houille pourrait être extraite par galeries au-dessus du niveau des eaux. — Voir, pour plus de détails, *les plans et coupes de la Pl. VII.*
...° S.	99°	»	»	
...° S.	94°	»	»	
...° S.	92°	»	»	
...° S.	94°	»	»	
...° S.	94°	»	»	
...° S.	84°	»	»	Il est assez difficile de déterminer les relations qui existent entre les couches auxquelles appartiennent les nombreux affleurements que présente la partie inférieure de la Govennaïa. Les cinq premiers affleurements paraissent appartenir à quatre ou cinq couches fort tourmentées. — Une puissante faille sépare probablement ce système de couches de celui qui renferme tous les autres affleurements compris du n° 116 au n° 131. Ces derniers affleurements, au nombre de seize, sont probablement ceux de trois couches parallèles et peu inclinées qui affleurent fréquemment sur l'une et l'autre rive de la vallée. La couche supérieure, épaisse moyennement de 0 m. 30, correspondrait aux n°ˢ 116, 124, 126, 128, 129 et 131. — La couche intermédiaire, épaisse de 0 m. 40, correspondrait aux n°ˢ 117, 123, 125, 127, 130 ; enfin, la couche inférieure, épaisse de 0 m. 20, aux n°ˢ 118, 119, 120, 121, 122. La couche n° 112, la plus épaisse qu'on ait observée dans cette vallée, n'affleure qu'en un seul point où elle est très-bien mise à nu par le ruisseau lui-même : elle est accompagnée d'une masse puissante de schiste charbonneux qui donne à l'ensemble de cet affleurement une puissance apparente de 2 m. 50. Il existe encore, dans la partie supérieure de la Govennaïa, quelques affleurements de moindre importance qui n'ont pas été rattachés aux études fort exactes qui ont été faites pendant le cours de l'exploration de M. A. de Demidoff, sur la partie inférieure de la vallée.
...° S.	65°	»	»	
...° N.	64°	»	»	
...° S.	94°	»	»	
...° S.	94°	»	»	
...° S.	94°	»	»	
...S.	94°	»	»	
S.	120°	»	»	
	»	»	»	
N.	[illegible]°	»	»	

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HO
c	Vallée de la Govennaïa (*suite*).	3,10	121	Ibidem. Flanc gauche de la Govennaïa. — de l'affleurement précédent............
			122	Petit ravin débouchant au flanc gauche d naïa. — 158 m. N. de l'affleurement préd
			123	Ibidem. Même ravin. — A 40 m. au-dessou dent, en remontant le ravin............
			124	Ibidem. Flanc droit de la Govennaïa. — A N.E. de l'affleurement n° 119..........
			125	Ibidem. 3 m. environ au-dessous de la préc
			126	Ibidem. 146 m. au-dessous de l'affleurement appartient à la même couche..........
			127	Ibidem. 3 m. au-dessous de la précédente..
			128	Ibidem. Flanc droit de la Govennaïa. — 1 de l'affleurement précédent............
			129	Ibidem. 96 m. N.N.E. du précédent.......
			130	Ibidem. 10 m. au-dessous de la couche préc
			131	Ibidem. Flanc gauche de la Govennaïa. — de l'affleurement n° 123...............
d	Oust-Doubovskoi.............	1,25	132	Colline abrupte formant la rive gauche du 2 kilom. au-dessous du village d'Oust-Do
			133	Ibidem. 10 m. 30 au-dessous de la précéden le sondage pratiqué en ce lieu............
			134	Ibidem. 620 m. S.E. de l'affleurement de n° 132. — Affleure sur la même colline..
			135	Ibidem. Affleure avec la précédente, et pa 4 m. au-dessous d'elle.................
e	Territoire de Kalitvenskaïa.....	0,40	136	Colline basse formant la rive gauche du 3 kilom. au-dessus de Kalitvenskaïa.....
f	Territoire de Kalitvenskaïa.....	0,55	137	Colline abrupte, voisine de la rive gauche du 1 kilom. 1/2 au-dessus de Kalitvenskaïa...
			138	Ibidem. au-dessous de la précédente......

…servés dans la chaine du Donetz.

…ALLURE …des couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
Inclinaison. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	
…KAÏA (*suite*).				
3° S.	120°	"	"	Il existe, dans un petit ravin de la rive gauche de la Govennaïa, entre les affleurements nos 111 et 112, des indices assez abondants de fer carbonaté lithoïde : c'est le gîte le plus riche de minerai carbonaté que nous avons eu occasion d'observer dans le terrain carbonifère du Donetz. — Voir, pour plus de détails sur la vallée de la Govennaïa, *les plans et coupes de la Pl. VIII*
14° N.	95°	"	"	
63° N.	100°	"	"	
"	"	"	"	
"	"	"	"	
"	"	"	"	
"	"	"	"	
"	"	"	"	
13° S.	95°	"	"	
14° S.	95°	"	"	
36° N.	105°	"	"	
[illegible] S.	100°	Sondage.	"	
[illegible] S.	100°	Sondage	"	Le sondage qui a été fait en ce lieu n'a traversé que les couches nos 132 et 133 qui affleurent à quelque distance sur la pente des collines. — Les affleurements 134 et 135 ne sont peut-être pas le relèvement des deux premières, mais ils indiquent une disposition en bassin qui semble caractériser en général les couches de ce groupe de houillères. — Voir, pour plus de détails, *les plans et coupes de la Pl. III*.
70° N.	80°	"	"	
70° N.	80°	"	"	
[illegible] N.	70°	R. A. t. c. o.	"	Cette couche paraît assez régulière. — Quelques tranchées à ciel ouvert, faites par les habitants du pays, ont mis l'affleurement à nu sur une certaine étendue.
25° S.	80°	"	"	La couche n° 136, inclinée à peu près comme la colline, était mise à nu, en 1837, sur une grande étendue. — Tout le toit avait été enlevé, et la couche même de charbon formait en partie la surface de la colline. — La craie repose en ce lieu sur le terrain carbonifère.
25° S.	80°	"	"	

Tableau général des gîtes de

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES H
			139	Rive gauche du Donetz, et flanc gauche d sion où est situé le hameau de Borodine
g	Borodine..................	1,25	140	Sommet des collines escarpées qui form gauche du Donetz au-dessous de Borodin ment située au-dessous de la précédente
			141	Ibidem. Affleure à quelques mètres de la au-dessous d'elle..................
h	Olkhovskoï................	0,85	142	Ravin débouchant dans la rive droite du D loge d'Olkhovskoï. — 800 m. environ du fleuve..........................
			143	Ibidem. Ravin latéral débouchant dans le ravin d'Olkhovskoï, près d'une petite f
»	Appendice..................	»	:	» »
8			45	

VI. GROUPE DES HOU

Ce groupe, d'une étendue considérable, est traversé par le Donetz inférieur, fluents directs du Don, la Kertchik, la Kadamovka, la Gouchevka et la Nesvitaï. Il es ce qu'il y a de certain, c'est que nous avons reconnu le terrain carbonifère sur la r bourg de Védernikovskaïa. Dans cette partie de son cours, le fleuve vient soum l'action de ses eaux les collines tertiaires et crayeuses, sur la pente desquelles en schisteux tendres et de schistes argileux; le calcaire, toujours rare, ne s'y mon breuses exceptions, affectent ordinairement la direction O.N.O.—E.S.E. — paraît différer notablement des groupes précédents; néanmoins les sondages ont ayant une épaisseur totale de 1 m. 25. — Par compensation, il arrive souven combustibles de ce groupe se distinguent de ceux des autres groupes par le Cébriakov, de la Diédova, de Sadkovskoï, de la Grouchevka, se distinguent entre l'usine impériale de Lougane; dans les villes principales du Don inférieur, N avoisine les exploitations. Les principaux emplois sont les diverses élaborations d Lougane, l'anthracite de Popovskoï à l'état cru, pour la deuxième fusion de la f de croire que toutes les richesses qu'il recèle sont loin d'être connues. C'est ai 1 m. 75, la plus puissante que l'on connaisse dans la chaîne du Donetz, après cel d'hui connus pourraient donner lieu, au besoin, à une production beaucoup ph l'Amérique du Nord, contribuer au développement de la navigation à vapeur sur de grandes dépenses, il serait facile d'ouvrir par le Donetz et le Don, et par les a nomiques que ceux qui existent aujourd'hui.

rées dans la chaine du Donetz.

...LURE ...couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
Inclinaison. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle a l'ouest avec le nord vrai (3) Voir, a la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
grés.	degrés.		kilogram.	
...RAÏA (*suite*).				
... S.	79°	»	»	La circonstance deja signalée, pour la couche n° 137, se reproduit pour ce système d'affleurements et surtout pour la couche n° 141. On la voit completement a découvert sur une partie de la surface de la colline. — La couche n° 140 parait offrir une certaine importance, et pourrait être exploitée par galeries horizontales pratiquées sur le flanc de la colline a une très-faible profondeur.
... S.	[illegible]	.		
... S.	[illegible]	.	»	
... N.	88°	.	»	Ce système de couches parait être un relèvement en sens opposé du système qui affleure, près de Borodine, sur l'autre rive du Donetz.
... N.	[illegible]	.	»	
»	»	»	»	Ce groupe de houillères est celui où la continuité des gites carbonifères se montre de la manière la plus évidente. — Les couches observées dans les ravins se prolongent certainement dans les plateaux intermédiaires.
...°	79°		»	Totaux et moyennes pour le Ve groupe.

...TZ-INFÉRIEUR.

...ments de cette rivière, la Bouistraïa et la Koundrioutchia, et enfin par quatre af-
...ches de charbon appartenant à ce groupe se prolongent sous le lit même du Don ;
...ve, sur une longueur de 20 kilom., depuis l'embouchure du Donetz jusqu'au
promontoires de roches appartenant au terrain carbonifère, qui défendent contre
le Don. — Le terrain se compose tantôt de grès quartzeux très-durs, tantôt de grès
bordonnées. — Souvent horizontales ou peu inclinées, les couches, avec de nom-
...fleurer plus de deux couches parallèles de charbon. Sous ce rapport, le VIe groupe
...emidoff aux environs de Roubejnoï, y ont fait découvrir quatre couches parallèles
...t plus épaisses qu'ailleurs et offrent un combustible de meilleure qualité. — Les
...t anthraciteuse, et souvent par une remarquable pureté. Les anthracites de Nijni-
...te qualité. — Les produits de ce groupe s'expédient, par des routes de terre, à
...-Tcherkask, Rostov, Nakhitchevane; à Taganrog et dans toute la contrée qui
...rges à bras de la contrée. Tout récemment, on vient d'employer avec succès, à
— Ce groupe est déjà l'un des plus productifs de la chaine du Donetz; il y a lieu
...t découvrir sur la Koundrioutchia, au printemps de 1839, une belle couche de
le VIIIe groupe, sous le n° 216; il est certain, d'ailleurs, que les gites aujour-
...leurs charbons anthraciteux, convenablement employés, pourraient, comme dans
...et la mer Noire. — Si les débouchés acquéraient assez d'importance pour motiver
...ves, la Gouchevka, la Koundrioutchia, etc., des moyens de transport plus éco-

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES HO
a	Ekaterinenskaïa..............	1,15	144	Petit ravin débouchant à la rive droite du dessus d'Ekaterinenskaïa. — 4 kilom. l'ouest de ce bourg....................
			145	Vallée de la Bouistraïa, 4 kilom. au-dess bouchure de cette rivière dans la rive ga netz. — Rive droite de la vallée. — 75 m. du moulin de Nijni-Cébriakov.........
			146	Ibidem. Rive gauche de la Bouistraïa. — 980 m. E. de l'affleurement précédent...
b	Nijni-Cébriakov.............	1,53	147	Ibidem. Affleure à 1,400 m. environ au N. rement précédent....................
			148	Ibidem. Dans un petit ruisseau affluent gauche de la Bouistraïa, près des mai meau de Nijni-Cébriakov. — 1,110 moulin.............................
			149	Ibidem. Flanc gauche de la Bouistraïa. — S. et au-dessous du moulin...........
c	Ravin de Diédova............	0,30	150	Flanc gauche du ravin de Diédova, débou rive droite du Donetz, à 6 kilom. au- Bouistraïa. — 1 kilom. 1/2 du Donetz....
			151	Plateau bordant la rive droite du Donetz, vin et du village de Roubejnoï.......
			152	Ibidem. à 42 m. 65 au-dessous de la préc
d	Roubejnoï..................	1,25	153	Ibidem. à 15 m. 29 au-dessous de la pré
			154	Ibidem. à 16 m. 29 au-dessous de la préc

…vés dans la chaîne du Donetz.

…LURE des couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
[illegible] (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	
[illegible] (*suite*).				
…° S.	64°	»	»	Affleure dans une région où les couches sont en général peu inclinées.
…° N.	94°	R. A. t. c. o.	»	L'affleurement n° 145 se prolonge sur une longueur de 140 m. environ. — Les études topographiques fort approfondies qui ont été dirigées sur cette localité pendant le cours de l'exploration de M. A. de Demidoff, semblent prouver que ces cinq affleurements appartiennent à trois couches parallèles qui s'inclinent vers le N. sous un angle assez faible, puis qui se relèvent dans cette direction pour présenter vers le S. une pente un peu plus forte. — En admettant qu'il n'y ait pas de faille verticale qui vienne changer la distance réelle des couches, les relations des trois couches seraient les suivantes :
…° N.	94°	»	»	
…° S.	94°	»	»	1re couche. Nos 145 et 146. Épaisseur, 0 m. 33 ; 2e couche. Nos 147—148. Épaisseur, 0 m. 45 ; 3e couche. N° 149. Épaisseur, 0 m. 75 } 1 m. 53.
…° N.	94°	R. A. t. c. o.	»	On a déjà exploité dans cette localité, et surtout sur la couche n° 149, une grande quantité de combustible de bonne qualité. — Il y a lieu de penser que cette exploitation pourra être reprise un jour avec fruit, si on y emploie des moyens convenables. — Voir, pour plus de détails, *les plans et coupes de la Pl. IX*.
…° N.	94°	E. A. t. c. o.	»	
…° O.	141°	E. t. c. o.	4 000	Cette couche est située dans des conditions très-favorables à l'exploitation. — Elle affleure en suivant la pente et la direction du ravin sur une longueur de 1 kilom. environ. — Des déblais très-considérables prouvent qu'elle a été exploitée anciennement sur une grande échelle. — Les habitants du pays en extraient accidentellement de petites quantités d'anthracite. — L'extraction indiquée ci-contre a été faite en vue d'alimenter la forge du sondage pratiqué en 1839 par M. A. de Demidoff près de Roubejnoï. — On trouve dans l'anthracite de cette localité des filets remarquables de quartz hyalin.
… N.	100°	3 Sondages.	»	Les couches d'anthracite du plateau de Roubejnoï présentent des inflexions assez prononcées, et même des pentes en sens opposé dans l'étendue où elles ont été étudiées par des sondages et par des nivellements. — On a indiqué ci-contre la direction et l'inclinaison qui dominent dans ce système de couches. La couche n° 151 affleure dans le ravin de Roubejnoï, en face du village, et s'y montre horizontale. — La couche n° 152 affleure sur le flanc droit de la vallée du Donetz à l'E. du plateau ; un relèvement l'y ramène au jour avec une direction N. 60° O., et une inclinaison de 10° vers le S. — Les deux couches inférieures ne se montrent nulle part au jour. — On n'a point indiqué ici une 5e couche située à 5 m. au-dessous de la couche n° 151, parce qu'elle est plus chargée de schiste que de matière combustible. — Voir, pour plus de détails, *les plans et coupes des Pl. IV et V*.
… N.	100°	3 Sondages.	»	
… N.	100°	3 Sondages.	»	
…	100°	3 Sondages.	»	

Tableau général des gîtes de ch

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carboni	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		metres.		
				GROUPE DES HOU
e	Pogoriélov...................	0,50	155	Petit ravin débouchant au flanc gauche d drioutchia, à 1 kilom. 1/2 au-dessous du l Pogoriélov..........................
			156	Flanc droit d'un petit ravin débouchant du droit de la Koundrioutchia. — 2 kilom. au l'embouchure du ravin. — 6 kilom. S.E. de Sadkovskoï........................
f	Sadkovskoï...................	2,75	157	Ibidem. Affleure à 1.090 m. au-dessous et l'affleurement précédent, en descendant le
			158	Flanc droit de la Koundrioutchia. — 1 kilo sous et à l'E. de l'embouchure du ravin i dessus............................
g	Goloubine...................	0,65	159	Flanc droit de la Koundrioutchia. — 2 kilo sous du village de Goloubine...........
h	Verkhni-Koundrioutcheskaïa....	0,40	160	Affleure dans le lit même de la rivière K chia. — 1 kilom. au-dessus de Verkhni-K cheskaïa, près de la digue du moulin....
i	Bronitzkoï...................	0,25	161	Affleure sur la rive droite du Donetz, à qu tres des basses eaux de cette rivière — N.N.O. de Bronitzkoï. — A l'embouchu Iacenovskaïa........................
j	Krestovskoï..................	0,25	162	Rive droite du Donetz, au point où cement l et où le Donetz se partage en deux bras p dans le Don qui coule à 5 kilom. de là...
			163	Rive droite du Soukhoï-Donetz, à quelque la rivière, à 4 m. au-dessus du niveau des l à mi-chemin de Tchéoulovskoï à Krinsk
k	Krinskoï	1,00		
			164	Ibidem. 200 m. plus loin en descendant l Donetz. — Probablement inférieure à la

…erres dans la chaine du Donetz.

…LLURE …s couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
Inclinaison. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	
…-INFÉRIEUR (*suite*)				
2° S.	95°	E. A. t. c. o.	»	Quelques travaux d'exploitation, aujourd'hui abandonnés, ont été dirigés sur cette couche qui ne paraît avoir qu'une médiocre importance.
40° N.	85°	E. g.	82.000	La couche n° 156 est composée d'une houille anthraciteuse d'excellente qualité : c'est, après la couche n° 216 du VIII° groupe, la plus puissante que l'on connaisse dans la chaîne du Donetz. — Elle a été découverte au printemps de 1839 par les habitants de Sadkovskoï, et est exploitée activement depuis cette époque. — L'affleurement de la couche n° 158 est caché par des déblais considérables qui ne permettent pas d'en mesurer l'épaisseur, mais qui témoignent d'une ancienne exploitation dont les produits ont dû être fort importants.
30° N.	82°	»	»	
15° N.	89°	E. A. t. c. o.	»	
6° S.	124°	E. A. t. c. o.	»	On voit près de cet affleurement des restes d'anciens travaux à ciel ouvert. — Les grès et les schistes que renferment ces déblais offrent une apparence assez singulière, et paraissent avoir été calcinés à une haute température
80° N.	89°	»	»	
11° S.	114°	»	»	
70° S.	50°	»	»	Cet affleurement présente, comme celui de la Diédova (n° 150), une particularité curieuse.—On y trouve de minces filets de quartz hyalin qui contiennent de petits fragments d'anthracite écailleux, et qui peuvent, à certains égards, se comparer aux quartz qu'on trouve souvent associés dans les filons aux minerais métallifères.
5° N.	59°	»	»	L'affleurement de la couche n° 163 est sans importance ; mais on voit à 200 m. plus bas, sur la même rive du Soukoï-Donetz, des déblais considérables résultant de grands travaux à ciel ouvert qui ont eu anciennement pour objet l'exploitation d'une couche dont l'affleurement est caché sous ces déblais. — L'importance des travaux prouve que la couche était assez puissante. L'épaisseur attribuée ci-contre à cette couche a été indiquée par les habitants de Krinskoï. — Les fragments de charbon épars dans les déblais sont identiques pour la qualité et l'aspect extérieur, avec les charbons de la Diédova et du plateau de Koubejnoï. — Il y a lieu de penser, par suite de l'allure des couches du terrain carbonifère entre ce gîte et le précédent, que la couche anciennement exploitée est inférieure à la couche qui affleure à 200 m. plus haut, et qu'on a désignée sous le n° 163. — Ce gîte, lié au Don par une voie navigable, n'en est éloigné que de 10 kilom. : c'est, sans contredit, le mieux situé de toute la chaîne du Donetz.
° N	59°	E. A. t. c. o.	»	

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES BC
l	Kertchinskoï........	0,10	165	Vallée du Mokroï-Kertchik. — Ravin déb flanc gauche de la vallée. — 1 kilom. S. de Kertchinskoï....................
m	Ravin de Bourgousta...	0,40	166	Vallée du Mokroï-Kertchik. — Au point où Bourgousta debouche dans le flanc droit de
			167	Ibidem. 33 m. au-dessous de la couche pré
			168	Ibidem. 2 m. 40 au-dessous de la couche p
n	Mokrologskoï............	0,55	169	Vallée du Mokroï-Kertchik. — Rive droite en face le ravin Otlanova. — 5 kilom. meau Nijni-Mokrologskoï.............
			170	Ibidem. 4 m. au-dessous de la précédente .
o	Danilov....................	0,20	171	Vallée de la Mokraïa-Kadamovka. — 3/4 de dessus du village de Danilov. — 1 kilom. route de poste de Novo-Tcherkark à Vo
p	Kadamovskoï................	0,45	172	Vallée de la Mokraïa-Kadamovka. — 2 kil sus et au N. du point où cette vallée e par la grande route de poste de Novo-T Volga.............................
q	Vallée de la Grouchevka... ...	1,55	173	Vallée et flanc droit de la Grouchevka. — dessous du village de Vlaçov..........
			174	Ibidem. 1,500 m. plus bas. — Même rive..
			175	Vallée et flanc droit de la Grouchevka. — dessus du village de Popovskoï. — 4 kil sous de l'affleurement précédent.......
			176	Ibidem. 12 m. au-dessous de la couche pré
r	Vallée de la Nesvitaï..........	0,70	177	Rive droite de la vallée de la Nesvitaï. — viron au-dessus et au N.N.E. du village
	Appendice..............	"	"	" " "
18			34	

[illegible]ervés dans la chaine du Donetz.

[illegible]LLURE [illegible] couches. Inclinaison. (1)	Direction. (2)	TRAVAUX exécutés sur chaque couche. Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	
[illegible] (*suite*).				
[illegible]° S.	79°	»	»	
[illegible]° S.	79°	»	»	
[illegible]° S.	79°	»	»	
[illegible]° S.	79°	»	»	
25° S.	89°	E. A. g.	»	Le charbon de la couche n° 169 est anthraciteux, dur et éclatant, comme la plupart des variétés de combustible que recèle ce groupe.
25° S.	89°	»	»	
[illegible]° S.	94°	»	»	
1° S.	90°	E. [illegible] o.	16,000	Affleure, comme les précédentes couches, dans un terrain composé principalement de grès et de schiste, et où le calcaire est très-rare. Les produits extraits en ce lieu sont appliqués à des usages entièrement locaux, et particulièrement au forgeage du fer.
[illegible]° S.	74°	»	»	Ces deux affleurements, qui ne sont peut-être que les relèvements opposés d'une même couche supérieure aux deux suivantes, ne paraissent point avoir été l'objet de travaux de recherche.
4° N.	74°	»	»	
[illegible]° N.	56°	E. p. g. Sondage.	246,000	Ces deux couches, placées dans des conditions favorables, sont exploitées avec une assez grande activité par les Cosaques du village de Popovskoï. Ceux-ci percent à leurs frais des puits de 10 à 15 mètres; des ouvriers étrangers, qui sont souvent au nombre de vingt, exploitent la houille, de concert avec les propriétaires des puits, à la condition de partager par moitié les produits de leur travail particulier. — Sans aucune mise de fonds, un ouvrier peut souvent gagner ainsi 5 à 6 fr. dans un jour. Le percement d'un puits de 12 m. coûte souvent 1,100 fr. (compris l'appareil d'extraction). — Voir, pour plus de détails, *les plans et coupes de la Pl. VI*.
[illegible]° N.	56°			
[illegible]° N.	74°	E. A. p. g.	»	Des travaux d'exploitation assez importants ont été entrepris autrefois par les habitants du village de Darevka.
»	»	»	»	La découverte importante qui a été faite, en 1839, de la couche n° 156, donne lieu de penser que la richesse houillère de ce groupe est loin d'être complétement connue.
[illegible]°	8[illegible]°		348,000	Totaux et moyennes pour le VI° groupe.

Tableau général des gîtes de ch

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carboni	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		

VII. GROUPE DES HOUI

Les couches et les affleurements de charbon appartenant à ce groupe sont com de deux branches principales, le Mious et la Krinka, ce bassin débouche directeme et de schistes, et renferme rarement quelques couches de calcaire subordonné. - sibles; la direction dominante, sauf de nombreuses exceptions, paraît être C rarement plus de deux couches de houille dans une même section verticale. — Les p des épaisseurs de 1 m. 10 et de 1 m. 25, des combustibles de bonne qualité. La ho 0,680 de coke, contenant 0,666 de charbon et 0,014 de cendres. — Les emplo tique dans le voisinage des exploitations. — Les vallées du Mious et de la Krinka. d'Azov; mais cet avantage, qui n'appartient qu'à ce groupe et à une partie du g de ces rivières au-dessous de la région des affleurements. Il est certain, toutefois, ploré, beaucoup de gîtes semblables à plusieurs de ceux que l'on connaît aujourd

a	Territoire de Krasnoï-Kouth....	1,10	178	Flanc droit de la vallée du Mioustchik. - N.E. du village de Krasnoï-Kouth......
b	Krasnoï-Kouth..............	0,55	179	Flanc droit de la vallée du Mioustchik, pres s us du village de Krasnoï-Kouth.......
			180	Ibidem. Affleure à 100 m. au-dessous du p
c	Vichnévietzkoï..............	0,50	181	Flanc droit du ravin Poerak-Vichnévietzko droit de la Nagolnaia, qui débouche dans du Mious à Demitrievka. — Près du villag vietzkoï..............
d	Dolginskoï..............	1,65	182	Petit ravin débouchant dans la rive droite vière Boerak-Dolgik affluent de la Kr 1 kilom. S. du village de Dolginskoï. — 2 de Vichnévietzkoï..................
			183	Flanc gauche de la rivière Boerak-Dolgik même de Dolginskoï.................

[illegible] dans la chaine du Donetz.

[illegible] couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
Inclinaison. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	

[illegible] ET DE LA KRINKA.

[illegible] hydrographique situé sur le versant méridional de la chaine du Donetz. — Composé [illegible], entre Taganrog et Marioupol. — Le terrain se compose principalement de grès [illegible] couches, ordinairement peu considérable, offre cependant toutes les variations pos-[illegible] une exception assez rare dans la chaine du Donetz, les affleurements signalent [illegible] exploitées, et les seules aussi qui aient été convenablement explorées, présentent, avec [illegible] Kouth fournit, par exemple, une excellente houille maréchale qui rend à la distillation [illegible] le chauffage d'une machine à vapeur, le forgeage du fer et le chauffage domes-[illegible] les affleurements, un seul gite excepté, portent directement leurs eaux à la mer [illegible] plutôt nominal que réel, vu la nature torrentielle et le développement considérable [illegible] pourrait être mise utilement à profit, si l'on découvrait, dans ce groupe peu ex-[illegible] voisins, le VI[e] et le VIII[e].

[illegible]° S.	74°	E. p. g.	327.000	Ce gite a été d'abord exploité par galeries aboutissant au jour. Il l'est aujourd'hui par puits, mais toujours au-dessus du niveau des eaux. — On exploitait, en 1839, au moyen d'un seul puits ayant 29 m. de profondeur. Un mineur, aidé de trois ouvriers qui charrient le minerai au jour, peut abattre en un jour 1.300 kil. Les paysans qui exploitent, partagent par moitié les produits avec le propriétaire, et lui vendent leur portion à raison de 0 fr. 60 les 100 kil. — La houille extraite est presque entièrement consommée par la machine à vapeur de la fabrique de draps du village de Krasnoi-Kouth.
2° O.	4°	"	"	La couche n° 179 est cachee par des déblais. Il parait que les travaux de recherche ont été interrompus par suite de la mauvaise qualité de la houille. — La proximité de la machine à vapeur de Krasnoi-Kouth donnait un intérêt particulier à cette exploration.
2° O.	1°	R. A. p. [illegible]	"	
[illegible]° N.	71°	E. [illegible] o.	[illegible].000	Cette couche est exploitée par le forgeron de Rovenki pour son propre usage. — On nous a signalé une autre couche qui affleurerait vers l'E., à 9 kilom. de la couche n° 181, dans un enclos appartenant au propriétaire du village de Rovenki. — Il ne nous a point été permis d'en étudier le gisement. — On lui a attribué sur la carte la même direction qu'à l'affleurement ci-contre.
4° S.	99°	E. A. p. g.	"	Ce gite, dans une classification purement hydrographique, devrait être rattaché au IV[e] groupe, puisqu'il est situé dans le bassin de la Kamenka. — Il pourrait encore être naturellement rattaché au VI[e] groupe, vu la nature anthraciteuse du combustible qu'on en extrait; et, dans cette manière de voir, il serait en connexion avec les couches n[os] 156, 157, 158 et 177 de la Koundrioutchia et de la Nesvitaï. — La couche n° 182 a été autrefois exploitée par les habitants de Dolginskoï, au moyen de puits profonds de 6 à 9 m. L'exploitation de la couche n° 183 a lieu maintenant par galeries horizontales: elle fournit un très-bon combustible anthraciteux, et pourrait prendre un développement considérable, s'il existait des débouchés suffisants pour les produits.
[illegible]	8[illegible]°	E. g.	65,000	

Tableau général des gîtes de

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DESIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carb	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES H
e	Martinovskoi..............	0,25	184	Rive gauche du Mious. — 2 kilom. au-de meau de Martinovskoï, en descendant 8 kilom. S.S.E. de Golodaevka......
f	Zouevka....................	0,30	185	Rive droite de la Krinka, en face d Zouevka........................
g	Khartzitzkaïa-Troitzkaïa.......	0,25	186	Rive droite de la Krinka. — 8 kilom. S. du village de Zouevka..............
h	Kalinovaïa (ravin dit)........	0,08	187	Flanc droit de la Kalinovaïa, à 7 kilom. son embouchure dans le flanc droit de l
i	Alekseievskoi.................	0,20	188	Flanc droit de la Saoustianka, affluent d vostianovka, qui se jette dans la Krin 1/2 S. d'Alekseievskoï. — 7 kilom. N.O. d
j	Artémovka..................	0,40	189	Rive gauche de la Krinka. — 4 kilom. au- S. du village d'Artemovka..........
k	Ianov......................	0,20	190	Plateau qui borde la rive gauche de l 2 kilom. à l'E. d'Ianov.............
	Appendice..................	»	»	» » »
11			13	

VIII. GROUPE DES HOU

Ce groupe se présente avec un long développement, sinon avec une grande surfa carbonifère. Les affleurements et les couches qui constituent ce groupe se mont leurs eaux au Donetz supérieur, à la mer d'Azov et au Dniéper. La constitutio jamais affleurer les roches solides que recouvre une puissante végétation herb sions creusées dans ces vastes plaines. — Au nord de ce groupe, dans la vallée d de la chaîne du Donetz ne peut, sous ce rapport, être comparée à cette région. L même partie du groupe, le nombre des couches de houille reconnues sur une gran atteint au moins 3 m. 60. — Dans le bassin du Kalmious, une couche, exploitée d

[...]servés dans la chaîne du Donetz.

ALLURE des couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
Inclinaison. (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	
degrés.	degrés.		kilogram.	
[...] ET DE LA KRINKA (*suite*).				
6° S.	122°	E. A. p. g.	»	L'exploitation, aujourd'hui abandonnée, avait peu d'importance, et était faite par les habitants du pays.
6° O.	164°	»	»	Une petite couche de houille de 0 m. 08 d'épaisseur affleure à 600 m. E. de la précédente.
10° O.	34°	R. A.	»	Cet affleurement est accompagné de psammites feuilletés qui sont exploités pour la couverture des maisons.
50° N.	109°	»	»	Affleurement sans importance, mais qui signale probablement la proximité de couches plus puissantes. Ce gîte est situé près de la limite de la grande nappe de terrains crayeux et tertiaires qui s'étendent vers le S. jusqu'à la rive droite du Don.
15° N.	89°	E. t. c. o.	4,000	Gîte exploité par le forgeron de Manouilov.
85° S.	87°	»	»	
25° N.	46°	»	»	Se montre sur le plateau même; forme l'affleurement le plus méridional de la vallée de la Krinka.
»	»	»	»	Beaucoup de gîtes houillers restent probablement inconnus sous la couche mince de détritus, et sous la végétation active de cette partie de la steppe, où les roches du terrain carbonifère sont rarement mises à nu. — On rappelle ici que des découvertes ultérieures démontreront peut-être la convenance de rattacher au VI[e] groupe le gîte de Dolginskoï.
21°	76°		401,000	Totaux et moyennes pour le VII[e] groupe

[...]MIOUS ET DU TORETZ.

[...]des trois systèmes hydrographiques qui s'appuient à la limite occidentale de la chaîne [...]: le Krivoï-Toretz, le Kalmious et le Soukhi-Iali, qui portent respectivement [...]es qui forment cette partie de la contrée, et dans laquelle on ne voit presque [...]ment l'absence des affleurements carbonifères en dehors des principales dépres[...]ation des couches du terrain carbonifère est fort régulière : aucune autre partie [...]e est N. 50° O., et l'inclinaison ne varie guère qu'entre 75 et 80° S. Dans cette [...]les travaux d'exploitation, s'élève à 10 et peut-être même à 12; leur épaisseur totale [...]re une épaisseur de 2 m. 16 : c'est jusqu'à présent la plus puissante que l'on con-

Tableau général des gites de ch

DÉSIGNATION des gites carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gite carbo	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres		

GROUPE DES HO

naisse dans la chaine du Donetz. — La plupart de ces couches fournissent un charbo
livrent des houilles maréchales comparables aux meilleures houilles de l'ouest de l
de carbone, et seulement 0,007 de cendres, sans aucune trace de soufre. Les houil
tour des exploitations, jusque dans la vallée du Dniéper, à Ekaterinoslav, à Verkhné-Dni
renferment encore de grandes ressources : il est probable d'ailleurs que des re
ceux que l'on a reconnus jusqu'à ce jour. — Il est à craindre toutefois que l'éloi
qui recèle probablement les principales richesses minérales de la contrée du Donet

			191	Flanc droit du ruisseau Géliesnaïa, qui débo la rive droite du Krivoï-Torets à Gé 11 kilom. à l'E. du village Géliesnoé.....
			192	Ibidem. 26 m. environ au-dessous de la p
			193	Ibidem. 315 m. id........
			194	Ibidem. 26 m. id.. ...
a	Géliesnoé....................	5 60	195	Ibidem. 70 m. id........
			196	Ibidem. 15 m. id.... . .
			197	Ibidem. 1 m. [illegible] id........
			198	Ibidem. 9 m. id......
			199	Ibidem. 110 m. id..... ..
			200	Ibidem. 25 m. id... ....
			201	Ruisseau affluent de la rive droite du Kriv 5 kilom. au-dessous de Géliesnoé. — 3 dessus de l'embouchure du ruisseau. — N.O. des exploitations précédentes. — 7 du village de Zaïtzova, dans le territoir mines sont situées..................
b	Zaïtzova.............	5,15	202	Ibidem. 75 m. environ au-dessous de la
			203	Ibidem. 20 m. id.......

...vées dans la chaîne du Donetz.

...LLURE des couches.		TRAVAUX exécutés sur chaque couche.		OBSERVATIONS DIVERSES.
...inaison (1)	Direction. (2)	Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	(1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
...grés.	degrés.		kilogram.	

...NIS ET DU TORETZ (*suite*).

...té. C'est ainsi, par exemple, que les mines de Gélieznoé, Zaïtzova et Chterbinovski, ...houilles de Zaïtzova rendent à la distillation jusqu'à 0,694 de coke, tenant 0,687 ...ent principalement au forgeage du fer : on les exporte dans un rayon fort étendu au- ...s souvent expédié à la fonderie impériale de Lougane. — Les gîtes exploités aujourd'hui ...ment dirigées feraient découvrir des champs d'exploitation plus importants que ...s voies navigables de la Russie méridionale ne restreigne l'essor de ce groupe.

S.	[illegible]			
S.	[illegible]			
S.	[illegible]			
S.	[illegible]			
S.	[illegible]	[illegible]. p. g.	[illegible]	Ce gîte est exploité, depuis le commencement de ce siècle, par les habitants du village de Gélieznoé qui est une propriété de la couronne.—Le terrain se compose de grès de diverses natures, parmi lesquels on remarque des grès blancs terreux à pâte de kaolin ; le schiste argileux est associé au grès : à ces deux roches dominantes se trouvent subordonnées quelques couches de calcaire.—Les deux premières couches de houille, nos 191 et 192, ont été exploitées, la première par trois puits, la seconde par deux puits ; mais cette exploitation est aujourd'hui suspendue. — Les cinq couches nos 193, 194, 196, 197 et 198 ont été exploitées par un grand nombre de puits ayant seulement 0 m. 80 de côté, et qui étaient poussés jusqu'à 20 et 25 m. de profondeur ; elles n'ont fourni, en 1839, qu'un sixième environ du total de la houille extraite. Les cinq autres sixièmes, qui ont été exploités au moyen de dix puits, ont été fournis par la couche n° 199. — Les couches de houille de ce gîte présentent cette particularité curieuse, qu'elles plongent d'abord vers le N., dans le voisinage de l'affleurement, et qu'elles ne prennent leur pendage général vers le S. qu'après avoir passé par la verticale. Les affleurements les plus accessibles ayant été aujourd'hui épuisés pour la plupart, avec de grandes pertes de charbon, jusqu'au niveau des eaux, et les exploitants n'ayant point à leur disposition de moyens d'épuisement, la production de la houille a notablement diminué depuis quelques années. — Les habitants exploitent, sans payer de redevance à la couronne, et vendent la houille environ 0 fr. 68 les 100 kil. — La houille est expédiée en diverses directions, et particulièrement jusqu'au Dniéper, à une assez grande distance des exploitations.
S.	54°			
S.	[illegible]			
S.	[illegible]			
S.	64°			
S.	[illegible]			
S.	[illegible]	E. p. g.	810,000	Il paraît établi que c'est sur les affleurements de Zaïtzova qu'ont été ouvertes, vers 1801, les premières exploitations de la vallée du Toretz. — Le terrain se compose principalement de grès et de schistes. — Deux failles principales qui correspondent à deux petits ravins, ont dérangé les couches dans le sens de la direction. — L'exploitation, conduite comme à Gélieznoé, a singulièrement diminué d'importance depuis quelques années, vu l'impossibilité où se trouvent les exploitants de poursuivre l'exploitation des gîtes au-dessous du niveau des eaux. — Les trois couches correspondant aux nos 201, 202, 204, sont celles que l'on exploite le
S.	[illegible]			
S.	60°			

Tableau général des gîtes de ch

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères.			DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carboni	
Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES MO
b	Zaïtzova (*suite*).............	(p. préc.)	204	Ibidem. 120 m. environ au-dessous de la p
			205	Ibidem. 570 m. id........
			206	Ibidem. 100 m. id...... .
			207	Ibidem. 750 m. id........
c	Chterbinovski....	4,35	208	Ruisseau Skélévataïa qui débouche dans la riv Krivoï-Toretz à Chterbinovski. — 5 kilo de ce village.........................
			209	Ibidem. 140 m. environ au-dessous de la p
			210	Ibidem. 35 m. id........
			211	Ibidem. 100 m. id.........
			212	Ibidem. 35 m id.........
			213	Ibidem. 40 m. id........
			214	Ibidem. 105 m. id.........
d	Aleksandrovka	2,26	215	Flanc droit de la rivière Kalmious qui se je mer d'Azov à Marioupol. — 1 kilom. au au S. du village d'Aleksandrovka.. ......
			216	Ibidem. Affleure à 280 m. au-dessous de l'af précédent.. .... : . ...

[illegible]servés dans la chaine du Donetz.

ALLURE des couches. Inclinaison. (1)	Direction. (2)	TRAVAUX exécutés sur chaque couche. Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abreviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	

[illegible] ET DU TORETZ (*suite*).

80° S.	57°	(pag. préc.)	(pag. préc.)	plus activement aujourd'hui : toutefois, la couche n° 204 ne paraît pas se prolonger vers le N.O. en même temps que les deux autres. — L'affluence des eaux a empêché d'attaquer la couche 206, et l'on n'a exploité que très-peu les couches 205 et 207. Les épaisseurs des couches, et surtout celle de la couche 202, se montrent très-variables. — On dit que ce gîte a produit annuellement jusqu'à 3,274,000 kil. de charbon. — Les débouchés et les emplois sont les mêmes que pour les houilles de Géliemoé.
70° S.	64°			
80° S.	59°			
70° S.	59°			
70° S.	49°	E. p. g.	[illegible]	L'exploitation de ce gîte a été commencée à peu près à la même époque que celle de Géliemoé. — On y trouve les traces de travaux fort étendus, mais qui, comme dans les exploitations précédentes, ont été dirigés exclusivement sur la tête des couches. Les puits ont, en général, 1 m. 30 de côté ; on les pousse au plus jusqu'à 20 m., au niveau des eaux intérieures. — Les anciens puits forment une bande large qui s'étend du S.E. au N.O. exactement dans la direction N. 59° O. — Ces exploitations, de même que les précédentes, sont aujourd'hui en décadence. — La houille se vend ordinairement 1 fr. 05 les 100 kil., et ce prix, pour les houilles de choix, s'élève parfois à 1 fr. 15 et 1 fr. 20. — La ville de Bakhmouth, qui possède des ateliers de ferronnerie assez importants, est le principal débouché de ces houilles. — Si la concurrence des salines de Crimée permettait de reprendre l'exploitation des sources salées de Bakhmouth, cette industrie donnerait une puissante impulsion aux houillères de Chterbinovski et de la vallée du Toretz. On rappelle ici qu'il est impossible, dans l'état actuel des choses, de faire une classification absolument rigoureuse des couches de charbon des trois gîtes de la vallée du Toretz. Chaque couche n'ayant pas été suivie par les travaux dans toute la région des affleurements, on ne peut souvent se fonder que sur des probabilités pour décider si deux affleurements distincts ou deux exploitations séparées appartiennent ou non à une même couche. La même incertitude se reproduit naturellement en ce qui concerne l'épaisseur totale des couches. C'est ainsi qu'on pourrait, à la rigueur, porter jusqu'à 12 le nombre des couches de Geliemoé, et réduire à 5 le nombre des couches de Chterbinovski.
70° S.	50°			
[illegible]5° S.	56°			
[illegible] S.	5[illegible]°			
[illegible]° S.	39°			
[illegible]° S.	49°			
[illegible]° S.	39°			
[illegible]° N.	69°	E. p. g.	3[illegible]7 000	La couche n° 216 est la plus belle que nous ayons observée dans la contrée du Donetz : elle est entièrement exempte de matières étrangères, sauf une petite couche de 0 m. 08 d'argile qui se trouve à 0 m. 08 au-dessous du toit de la couche. — La grande couche est exploitée par les habitants du village qui font tous les frais de l'exploitation et livrent, comme redevance au propriétaire, un tiers du produit brut. — Deux lignes parallèles de puits ont été pratiquées sur l'affleurement de la couche ; les plus profonds ont 22 m. — La houille se vend sur place 0 fr. 87 les 100 kil ; elle a été vendue autrefois jusqu'à 2 fr. 05. — L'extraction est restreinte aujourd'hui faute de moyens d'épuisement, et par le manque de débouchés.
[illegible]° N.	71°			

Tableau général des gîtes de c

DÉSIGNATION des gîtes carbonifères. Lettres d'ordre.	NOMS.	Total des épaisseurs des couches.	DÉSIGNATION des couches reconnues dans chaque gîte carbon[i] Numéros d'ordre.	SITUATION.
		mètres.		
				GROUPE DES MO
e	Kamouichevata (ravin dit).....	0,40	217	Ravin Kamouichevata qui débouche dans la du Kalmious au-dessous de Béchev. — 1 k de ce village.........................
			218	Ibidem. 3 m. 50 au-dessous de la précéden
			219	Ibidem. 1 m. au-dessous de la précédente.
f	Béchev........	0,18	220	Petit ravin débouchant dans la rive droite du — 1/2 kilom. de cette rivière. — Extrém village de Béchev.....................
g	Dachilil (ravin dit)............	0,30	221	Ravin débouchant dans le flanc gauche kbaïa-Volnovakha, laquelle se jette dans la du Kalmious a Karakouba. — 16 kilom. N.[…]
h	Soukhi-Jali (ruisseau dit)......	1,56	222	Ruisseau dit Soukhi-Iali, affluent gauche chia, affluent gauche de la Samara qui déb la rive gauche du Dniéper devant Ekate[…] 40 kilom. N.O. de Stilia..............
			223	Ibidem. 11 m environ au-dessous de la p
			224	Ibidem 118 m. id........
			225	Ibidem. 7 m. 50 id ....
»	Appendice............	»	»	» » »
8			35	

[illegible] dans la chaîne du Donetz.

[illegible] couches. Inclinaison. (1)	Direction. (2)	TRAVAUX exécutés sur chaque couche. Nature des travaux. (3)	Production moyenne annuelle.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai. (3) Voir, à la fin du tableau, l'explication des abréviations employées dans cette colonne.
degrés.	degrés.		kilogram.	
[illegible] ET DU TORETS (*suite*).				
6° N.	84°	R. A. p.	»	Il paraît que des travaux de recherche, qui n'ont point donné de résultats avantageux, ont été faits, il y a sept ou huit ans, sous la direction d'un ingénieur envoyé sur les lieux par l'administration de la fonderie de Lougane.
6° N.	84°	R. A. p.	»	
[illegible]° N.	84°	R. A. p.	»	
[illegible] N.	69°	»	»	
[illegible] N.	124°	R. A. p.	»	Quelques travaux de recherche ont été dirigés sans résultats sur ce gîte, par la même expédition qui a été chargée, en 1839, de l'exploration du gîte suivant.
N.	62°	[illegible]		L'administration des mines, ayant fondé quelques espérances sur ce gîte, l'a fait explorer au commencement de 1839 par une douzaine d'ouvriers qui y ont travaillé pendant plusieurs mois. — Un premier puits de 6 m. 40 a été foncé sur la couche n° 222. — Un second puits a atteint à 10 m. 65 la couche 224 ; on a tenté de le prolonger jusqu'à la couche 225, mais l'affluence des eaux a arrêté le foncement à la profondeur de 14 m. 91. Enfin, un dernier puits, qui devait rencontrer la couche 222 à une profondeur plus considérable que le premier, s'est éboulé sous l'effort des eaux qui ont apporté de grands obstacles à ces recherches. Cet accident a amené la suspension des travaux.
N.	62°	R. A. p.	»	
N.	62°			
N	62°			
	»			On trouve sur la rive droite du Toretz, au N. de Chterbinovski, de nombreux vestiges d'exploitations qui paraissent avoir été entreprises sur le prolongement des couches exploitées dans cette dernière localité. — On nous a signalé, près de Zemlianki sur le Toretz, une couche de 0 m. 50, dont nous n'avons pu découvrir l'affleurement. — Il est probable qu'il existe une certaine connexion entre les trois grands groupes exploités dans le bassin du Toretz, et que par conséquent ces couches s'étendent beaucoup au delà des limites où on les exploite. La découverte d'un relèvement peu incliné de ce système de couches donnerait une grande importance au VIII° groupe de houillères.
	[illegible]°		3,[illegible],000	Totaux et moyennes pour le VIII° groupe.

Tableau général des gites de c

RÉCA

des principaux renseign

DÉSIGNATION des gites carbonifères.			DESIGNATION des couches reconnues dans chaque gite carboni	
Nombre des gites.	»	»	Nombre des couches.	»
1	....	»	4	....
6	....	»	18	....
24	....	»	33	....
18	....	»	41	....
8	....	»	43	....
18	....	»	34	....
11	....	»	13	....
8	....	»	35	....
94	....	»	225	....

...observés dans la chaine du Donets.

ALLURE des couches. Inclinaison. (1)	Direction. (2)	TRAVAUX exécutés sur chaque couche. »	Production moyenne annuelle.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Angle avec le plan horizontal. (2) Angle à l'ouest avec le nord vrai.
degrés.	degrés.		kilogram.	

...ION

...s à chaque groupe de houillères.

45°	5°	»	1,637,000	Totaux et moyennes pour le Ier groupe.
30°	131°	»	7,367,000	Id. Id. IIe groupe.
37°	86°	»	1,343,000	Id. Id. IIIe groupe.
51°	81°	»	»	Id. Id. IVe groupe.
35°	79°	»	»	Id. Id. Ve groupe.
29°	86°	»	348,000	Id. Id VIe groupe.
21°	76°	»	401,000	Id. Id. VIIe groupe.
59°	62°	»	3,274,000	Id Id. VIIIe groupe.
38°	76°	»	14,370,000	Totaux et moyennes pour les huit groupes.

NOTA.

NOTA.

Les abréviations employées dans la colonne intitulée : *Nature des travaux*, ont la signification indiquée ci-après :

E. p.	signifie :	Exploitation par puits.
E. g.	—	Exploitation par galeries.
E. p. g.	—	Exploitation par puits et galeries.
E. t. c. o.	—	Exploitation par travaux à ciel ouvert.
E. A. p. g.	—	Exploitation abandonnée, faite anciennement par puits et galeries.
R. p. g.	—	Recherches en activité, par puits et galeries.
R. t. c. o.	—	Recherches en activité, par travaux à ciel ouvert.
R. A. p. g.	—	Recherches abandonnées, faites anciennement par puits et galeries.
		Etc., etc.

Les lettres d'ordre placées dans la première colonne, en regard de chacun des gîtes carbonifères, servent à désigner les mêmes gîtes sur la carte géologique, Pl. Ire, jointe à ce volume.

TABLEAU GÉNÉRAL

DES GITES DE MINERAIS DE FER,

OBSERVÉS DANS LA CHAINE DU DONETZ

ET DANS LES PRESQU'ÎLES DE KERTCH ET DE TAMAN.

(2e Appendice au chapitre III.)

DÉSIGNATION DES GITES (1).			DESCRIPTION MINÉRALOGIQU
Numéros d'ordre. (1)	NOMS.	Numéros d'ordre des variétés de minerai.	ET NATURE DU MINERAI.
			I. MINERAIS DES T
1	Zacatinoï.	1	Hydroxyde de fer avec nombreuses cavités d tie, donnant au minerai une structure feuillet vertes d'un enduit gris, métalloïde, irisé. — Le plus riches ont donné, à l'essai, jusqu'à 0,58 de f langes de variétés ordinaires, 0,45 à 0,50.
2	Goroditché.	2	Hydroxyde de fer de différentes qualités, tri richesse moyenne. — Les variétés les plus rich à l'essai, jusqu'à 0,59 de fonte; les mélanges de vres, seulement 0,35.
3	Kalinovskoé.	3	Hydroxyde de fer brun-bleuâtre, caverneux, L'essai fait sur un mélange de fragments a d fonte.
4	Pavlovskoé (1er gite)	4	Hydroxyde de fer compacte et en partie reflets irisés à la surface ou enduits superfici bleuâtre. Un mélange de variétés riches a do 0,58 de fonte; un mélange de variétés pauvre dessein dans un tas, a donné 0,37 de fonte.
5	Pavlovskoé (2e gite)	5	Hydroxyde de fer compacte, caverneux, en p tionné, associé a de l'ocre jaune, terreux, trè à des argiles d'un beau blanc. — Les variétés b ont rendu jusqu'à 0,57 de fonte; un mélange pris au hasard a donné 0,36.
6	Mal.-Ivanovka.	6	Hydroxyde de fer mamelonné géodique, lu compacte et dur, avec surfaces métalloïdes ir sai fait sur un mélange de fragments, pris au une grande masse de minerai, a donné 0,36 de
7	Biélaïa (vallée de la)	7	Hydroxyde de fer demi-concrétionné, un échantillon choisi a rendu 0,49 de fonte à l'ess
8	Lougantchik (vallée de la)	8	Hydroxyde de fer compacte; un mélange de a rendu à l'essai 0,49 de fonte.
9	Azovaia (vallée de l')	9	Hydroxyde de fer en plaques minces, mélang taine quantité d'oxyde rouge; couleur brun-ro face terreuse. L'essai fait sur une variété riche de fonte : le laitier, d'une couleur d'aigue-mari retenir encore un peu d'oxyde de fer.

GISEMENT DU MINERAI.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Voir, sur la carte géologique, la situation des gîtes indiqués par leur n° d'ordre.
IFÈRES ET CRÉTACÉS.	
de o m. 20 à o m. 30 dans des sables et des grès **au terrain crétacé** : direction, N. 69° O.; incli- **S.; amas dans** ces mêmes sables; près du village **ive droite du** Donetz.	Ce gîte, qui paraît assez abondant, a été exploité entièrement à ciel ouvert pour l'usine de Lougane, où le minerai a été traité : il pourrait encore être exploité avantageusement. — Plusieurs variétés ont été trouvées exemptes de phosphore, d'autres en contenaient jusqu'à 0,007.
s et en amas très-puissants affleurant à la sur- **in carbonifère**; le gîte principal est à 2 kilom. O. **Goroditché**, rive gauche de la Biélaïa.	On voit, d'après des débris d'anciens travaux, que ces gîtes ont été anciennement exploités par les Tatars et les Génois : on a commencé à les exploiter, en 1795, pour l'usine de Lougane, et on a extrait la plus grande partie du minerai qui a été fondu dans les diverses campagnes du haut fourneau. Le minerai est en général exempt de phosphore : dans les variétés les moins pures, on en a trouvé 0,003.
: o m. 60 dans le terrain carbonifère : direction, **inclinaison**, 75° S. — 2 kilom. N. de Kalinovskoé **Lougane**).	A été exploité à ciel ouvert, en petites quantités, pour l'usine de Lougane ; l'ensemble du minerai de ce gîte ne paraît pas avoir une teneur supérieure à celle qu'a indiquée l'essai.
à la surface du terrain carbonifère, à 9 kilom. **lovskoé**, près de l'Azovaia.	On a fait des recherches, aujourd'hui abandonnées, dans ce district, où les gîtes paraissent peu puissants, mais riches et assez nombreux.
de o m. 60 paraissent peu réglée, affleurant dans **superficiels** du terrain carbonifère, à 4 kilom. **vlovskoé**.	On a fait quelques travaux de recherches, dans l'été de 1837, pour reconnaître l'allure de la couche ; ils sont abandonnés aujourd'hui.
ment à la surface du terrain carbonifère, entre **de calcaire** et de grès quartzeux, distantes de **le est reconnu** sur une longueur de 50 m.; les **t enveloppés** d'une argile ocreuse; à 2 kilom. N. **novka (vallée** de la Biélaïa).	A été exploité à ciel ouvert, et par petites parties, pour l'usine de Lougane ; pourrait fournir une assez grande quantité de minerai; il en reste des tas sur le sol.
couches dans le terrain carbonifère (vallée de **ropriété de** M. Pavloff).	Gîtes peu importants. On a fait, dans ces localités, quelques recherches dont les produits ont été apportés à l'usine de Lougane. Les échantillons analysés ont été communiqués par M. Zokoloff, directeur des houillères de Lisitchia-Balka. La position exacte de ces gîtes, n'avant pas été constatée pendant le cours de l'exploration, n'a point été indiquée sur la carte géologique.
dans le terrain carbonifère, près de Semeykin **Lougantchik**).	
couches dans le terrain carbonifère (vallée de **priété de** M. Rayevski).	

DÉSIGNATION DES GITES (1). Numéros d'ordre. (1)	NOMS.	Numéros d'ordre des variétés de minerai.	DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE ET NATURE DU MINERAI.
			MINERAIS DES
10	Pervozvanovka	10	Hydroxyde de fer paraissant provenir de la dé d'une roche argileuse imprégnée de silicate de f des fragments est souvent formé de noyaux de qui ne fait point effervescence avec les acides, pas contenir de fer carbonaté. Les fragments pas rendu à l'essai au delà de 0,29 de fonte.
11	Kamenka	11	Hydroxyde de fer brun-rougeatre, en rognon leux. — Les variétés les plus riches n'ont don que 0,33 de fonte.
12	Vlacov	12	Fer carbonaté lithoïde, gris noir, à cassure co choïde; quelquefois imprégné d'hydroxyde de que certains rognons paraissent très-purs à la p l'essai n'y a jamais indiqué plus de 0,28 de font des échantillons ont rendu 0,18 à 0,24.
13	Ilinka	13	Hydroxyde de fer terreux, ou plutôt, psammi d'hydroxyde de fer. Les échantillons les plus donné, à l'essai, que 0,29 de fonte.
14	Olkhovoï (ravin d')	14	Hydroxyde de fer concrétionné géodique e minces. Un essai sur un mélange de plusieur donné 0,33 de fonte.
15	Biguine (ravin de la)	15	Fer carbonaté et hydroxyde de fer; très-argi sant contenir au plus 0,24 de fer
		16	Hydroxyde de fer geodique. Un essai, fait sur des deux échantillons les plus riches, a don fonte.
		17	Hydroxyde de fer à structure cloisonnée, mêlé avec des filets contournés de calcaire spathi une brèche d'un effet assez agréable. — L'essai de fonte.
16	Govennaia (vallée de la)	18	Fer carbonaté lithoïde, compacte et dur; ca grenue, couleur gris d'ardoise; quelquefois im droxyde. — Les variétés les plus riches n'ont d sai que 0,27 de fonte; un mélange de plus de vi recueillies en juillet 1837, a donné 0,23.
17	Bobrikov	19	Hydroxyde de fer mélangé d'oxyde rouge t et très-dur. — A donné, à l'essai, 0,38 de font

GISEMENT DU MINERAI.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Voir, sur la carte géologique la situation des gîtes indiqués par leur n° d'ordre.
…RES ET CRÉTACÉS (*suite*).	
…es, dans une couche de schiste argileux, au toit …e de houille, près de Pervozvanovka, vallée de la …k.	Quelques travaux de recherches, aujourd'hui abandonnés, ont été faits sur l'affleurement de ce minerai et de la couche qui l'accompagne.
…es horizontales à la base d'escarpements de grès, …t du village de Kamenka, au milieu de psam… schisteux.	Gîte mis à découvert par les eaux mêmes de la Kamenka; paraît être sans importance.
…es et en couches dans les grès et les schistes qui …rive gauche de la Kamenka, près de Vlacov.	Fragments ferrifères assez nombreux, mis à découvert par les eaux pluviales, mais qui ne paraissent former nulle part un gîte exploitable.
…es dans les grès; près de la couche de houille …ssus du moulin d'Ilinka, sur la Kamenka.	Les fragments de minerai se montrent çà et là au milieu de psammites, près du sondage pratiqué en cette localité. Gîte sans importance.
…s couches très-nombreuses et en fragments dis… …s les grès et les schistes qui affleurent dans le …vaï; près des affleurements houillers n° 102 et …lom. O.S.O. de Kamenskaïa.	Pourrait donner lieu à quelques petites exploitations superficielles dans les localités où les schistes et les psammites, qui renferment les fragments de minerai, sont décomposés.
…es et en couches dans les schistes et les grès com… …les deux principales couches de houille de la val… …iguine.	Très-peu important.
…s couches dans les schistes qui affleurent dans …vin latéral à la vallée de la Riguine.	Peu abondant.
…e continue épaisse de 0 m. 04, dans les schistes …s qui accompagnent la couche de houille n° 106 …la Riguine.	Gîte peu important.
…es très-abondants dans les schistes subordonnés …ale couche de houille n° 112 de la vallée de la …	Ce gîte est très-important et pourrait être exploité. On trouve, dans la vallée, une grande quantité de rognons roulés. — Les échantillons, recueillis en abondance, avaient été mis à nu par les eaux pluviales.
…s dans le terrain carbonifère, à 9 kilom. S.S.E. … en allant de ce village vers la Koundriouteha.	Seul gîte d'oxyde rouge connu dans le pays; découvert par M. le comte de Sainte-Aldegonde, en août 1837; n'a pas été exploré.

DÉSIGNATION DES GITES (1). Numéros d'ordre. (1)	NOMS.	Numéros d'ordre des variétés de minerai.	DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE ET NATURE DU MINERAI.
			MINERAIS DES
18	Nagolnaia	20	Hydroxyde de fer brun-rougeâtre, compacte sant quelquefois à l'hématite brune. Deux essais, variété riche et une variété pauvre, ont donné de fonte.
19	Nagolnaia (4 kilom. N.E. de)	21	Hydroxyde de fer rougeâtre, micacé, dur, moyenne.
20	Pietchanaia (ravin de)	22	Hydroxyde de fer brun-rougeâtre, très-dur preintes végétales, paraissant très-riche.
21	Kalitva (vallée de la)	23	Fer carbonaté, lithoïde, compacte, à cassure
22	Nijni-Cébriakov	24	Fer carbonaté, lithoïde, compacte, gris-noir teux.
23	Goloubine (3 kilom. S.O. de)	25	Grès micacé très-ferrugineux, brun-rouge chantillon le plus riche a rendu, à l'essai, 0,33
24	Gocoudarev-Bontiak	26	Hydroxyde de fer compacte avec nombreuses forme aplatie, donnant au minerai une apparence les cavités sont recouvertes d'un enduit gris-mé sé, analogue à celui du minerai de Zacatimi. — sur deux échantillons, a donné 0,46 et 0,55 de
25	Toretz (vallée du)	27	Hydroxyde de fer, mamelonné, riche. Un essai échantillon riche, a indiqué 0,54 de fonte.
26	Aleksandrovka	28	Hydroxyde de fer en partie compacte, en tionné et caverneux. Un essai, sur un mélange échantillons, a donné 0,35 de fonte.
27	Karakouba	29	Hydroxyde de fer mamelonné géodique ou Un échantillon riche a donné, à l'essai, 0,56 mélange de variétés compactes, non mamelonnées 0,47.
28	Soukhaia-Volnovakha (vallée de la)	30	Grès imprégné d'oxyde de fer présentant parties très-riches. Un essai, fait sur un mélange tillons choisis, a donné 0,54 de fonte.
29	Soukhi-Iali (vallée du)	31	Hydroxyde de fer brun rougeâtre, concré dique.

GISEMENT DU MINERAI.	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Voir, sur la carte geologique, la situation des gîtes indiqués par leur n° d'ordre.
RES ET CRÉTACÉS (*suite*).	
ser des couches peu réglées dans le terrain car- ation, N. 75° O.; inclinaison, 80° N.; à Nagol- s de schistes noirs, près d'un gîte de galène.	On a fondu une petite quantité de ce minerai à l'usine de Lougane.
s réglées dans le terrain carbonifère, à 4 kilom. Kagalnaia, rive droite de la vallée.	On a fait quelques recherches sur cette couche; elles sont abandonnées.
s dans les schistes ferrugineux à empreintes du chenaïa, 25 kilom. E. de Kamenskaia.	Gîte assez abondant.
en petits rognons dans les grès carbonifères dans la vallée de la Kalitva.	Ce minerai est tout à fait accidentel.
s dans les schistes qui recouvrent la couche de 45, dans un ravin latéral à la Bouistraia; à 8 katerinenskaia.	Ce gîte est assez abondant; le minerai et la houille, s'ils étaient de meilleure qualité, pourraient être exploités simultanément.
ant une couche de houille anciennement ex- kilom. au-dessous de Goloubine, rive droite de tchia; ce minerai se trouve dans le voisinage rgileux transformés en porcelanites.	Gîte sans importance.
s en couches à la surface du terrain carbonifère, ge de Goçoudarev-Bouérak.	On a fait sur ce gîte quelques travaux de recherche aujourd'hui abandonnés. Le minerai a été fondu, pour essai, au haut fourneau de Lougane.
à la surface du terrain carbonifère de la vallée propriété de M. Mazanoff).	Ce gîte paraît peu abondant. Mêmes remarques que pour les gîtes n°s 7, 8 et 9.
s et en couches dans les schistes qui recouvrent houille n° 216, sur le Kalmious.	Ce gîte paraît assez abondant
de petits amas dans le calcaire carbonifère, près Bol. Karakouba sur le Kalmious.	On a fondu à Lougane une petite quantité de ce minerai. L'analyse n'y a indiqué aucune trace de phosphore. Le gîte a été pendant trois ans l'objet de recherches qui n'ont fait découvrir aucun dépôt abondant.
t en couches dans le terrain carbonifère, sur la inovakha, à 15 kilom. au N.O. de Stilia.	La bonne qualité du minerai a motivé des recherches assez persévérantes, mais qui n'ont fait découvrir aucun gîte important.
s dans une argile rougeâtre, à la surface du ter- ère, 2 kilom. au-dessus de l'embouchure de la ka.	Gîte peu abondant; a été reconnu dans les travaux faits pour la recherche des couches de houille n°s 22? à 225. Tous ces travaux sont aujourd'hui abandonnés.

DÉSIGNATION DES GITES (1). Numéros d'ordre. (1)	NOMS.	Numéros d'ordre des variétés de minerai.	DESCRIPTION MINÉRALOGIQU[E] ET NATURE DU MINERAI.
			II. MINE[RAIS]
30	Iampol	32	Hydroxyde de fer concrétionné. caverneux, à lante, assez dur, identique avec les variétés co lemagne sous le nom de minerais des gazons (*wiesenertz*). L'essai, fait sur un mélange de ments, a donné 0,38 de fonte.
31	Licitchia-Bulk	33	Hydroxyde de fer concrétionné, caverneux, à reuse et rougeâtre, à cassure brillante, à éclat échantillon, débarrassé du sable quartzeux qui vent les cavités du minerai, a donné, à l'essai, o
		34	Hydroxyde de fer concrétionné. caverneux, ne présentant dans la cassure qu'un petit nomb brillantes. — Structure un peu schisteuse. — sur un mélange de quatre variétés, a donné 0,3
			III. MINERAIS DU TERRAIN TERTIAIRE P[
32	Kamouich-Bourounne (Crimée)	35	Hydroxyde de fer en grains imprégnés d'argile —Soumis au lavage, le minerai brut a rendu 0, rai lavé. Ce dernier, soumis à l'essai, a rendu
		36	Hydroxyde de fer en grains. — Le minerai 0,823 de minerai lavé. Ce dernier, soumis à l'e 0,48 de fonte.
		37	Hydroxyde de fer en grains. — Le minerai 0,836 de minerai lavé. Ce dernier a donné, à l' fonte blanche très-fragile, s'égrenant sous le
		38	Hydroxyde de fer en grains. — Le minerai 0,799 de minerai lavé. Ce dernier a donné, à l' fonte.
		39	Hydroxyde de fer en grains. — Le minerai 0,847 de minerai lavé. Ce dernier a donné, à l fonte.
		40	Hydroxyde de fer en grains. — Le minerai 0,783 de minerai lavé. Ce dernier a donné, à l fonte.
		41	Hydroxyde de fer en grains extrêmement fi près l'apparence de la poudre de chasse. — O par le lavage, de petits fragments de coquil mélangés, et on a obtenu ainsi 0,916 de miner nier a donné, à l'essai, 0,51 de fonte

GISEMENT DU MINERAI	OBSERVATIONS DIVERSES. (1) Voir, sur la carte géologique, la situation des gîtes indiqués par leur n° d'ordre.
…S DU DONETZ.	
près de la surface du sol dans les sables marécageux bordant la rive gauche du Donetz, près d'Iampol, …m, 40 kilom. N. de Bakhmouth.	A été exploité et traité en petite quantité à l'usine de Lougane. Les minerais de cette nature donnaient généralement de la fonte de mauvaise qualité : on a trouvé, dans un échantillon, jusqu'à 0,008 de phosphore. Cette observation est applicable à tous les minerais de même nature exploités sur la rive gauche du Donetz.
…use ayant une épaisseur moyenne de 0 m. 75 ; …ne couche de 0 m. 25 de sable stérile ; près d'un …fangeux, à 6 kilom. au-dessous de Licitchia-…auche du Donetz.	On a extrait une assez grande quantité de ce minerai pour Lougane, où il a été fondu ; l'exploitation en est très-facile.
…horizontale, bien réglée, épaisse de 0 m 60, …marécageux, à 0 m. 25 au-dessous de la surface …m. du précédent.	A été exploité pour l'usine de Lougane. Des minerais analogues aux trois variétés précédentes se rencontrent fréquemment dans la même position, sur la rive gauche du Donetz, entre Licitchia-Balka et Slavianoserbsk.
…UILES DE KERTCH ET DE TAMAN.	
…rgile ferrugineuse faisant partie d'une couche …paisse de 4 m. 50 en moyenne, qui affleure sur … à 9 kilom. S.O. de Kertch. L'échantillon a été … de l'affleurement, en un point où la couche a …sur, et à la partie supérieure de la couche.	Ce minerai est très-avantageusement situé pour donner lieu à une exploitation fructueuse. La couche ferrifère, moyennement épaisse de 4 m. 50, affleure presque horizontalement sur une longueur de 1,100 mètres, dans une falaise où les couches sont visiblement ondulées et dont le pied est baigné par la mer Noire. La couche est élevée de 15 m. au-dessus du niveau de la mer ; la hauteur totale de la falaise est de 28 m. La couche est donc recouverte d'environ 8 m. 50 de terre stérile. Le minerai pourrait être lavé au moyen des eaux de la mer, élevées par des pompes à bras, et pourrait être embarqué immédiatement, si l'on ne trouvait plus avantageux d'amener en cette localité le combustible nécessaire à la fusion. Le seul inconvénient de ce minerai est de contenir fréquemment du fer phosphaté. Cette localité est en effet l'une de celles où abondent les beaux cristaux, connus dans les collections sous le nom de fer phosphaté de Kertch. Il ne parait pas toutefois que le minerai soit disséminé dans la masse même de tous les grains d'hydroxyde : quelques-uns des échantillons analysés ci-contre n'ont en effet présenté que des traces de phosphore ; d'autres, au contraire, en ont présenté des proportions considérables. C'est ainsi qu'on a rencontré, dans les
L… pris au même point, à 1 m. au-dessous	
L… L'échantillon a été pris à 1 m. au-des…dent.	
L… L'échantillon a été pris à 1 m. au-des…dent.	
… L'échantillon a été pris à 1 m. au-des…dent.	
… L'échantillon a été pris au bas de la … au-dessous du précédent.	
…s petits dépôts lavés naturellement par le … vagues au pied de la falaise, à 9 kilom. S.E.	

DÉSIGNATION DES GITES.			
Numéros d'ordre.	NOMS.	Numéros d'ordre des variétés de minerai.	DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE ET NATURE DU MINERAI.
			MINERAIS DU TERRAIN TERTIAIRE P
32	Kamouich-Bouroune (Crimée). *Suite.*	42	Hydroxyde de fer en grains. — Le minerai b 0,76 de minerai lavé. Ce dernier a donné, à l'es fonte.
		43	Hydroxyde de fer en grains. — Le minerai b 0,64 de minerai lavé. Ce dernier a donné, à l'es fonte.
		44	Fer carbonaté manganésifère, verdâtre, comp à cassure conchoïde, contenant des grains nom droxyde de fer empâtés dans la masse. Les vari pures ont rendu, à l'essai, jusqu'à 0,40 de fonte.
		45	Fer carbonaté manganésifère, en grains dis une masse compacte d'hydroxyde de fer. Les var riches ont rendu, à l'essai, jusqu'à 0,44 de fonte
		46	Hydroxyde de fer en grains. — Le minera 0,573 de minerai lavé; et celui-ci donne, à l'es fonte.
33	Tobeltchik.... (Crimée)...........	47	Hydroxyde de fer en grains. — Le minerai 0,712 de minerai lavé; celui-ci a donné, à l'es fonte.
		48	Hydroxyde de fer en grains. — Le minera 0,721 de minerai lavé; celui-ci a donné, à l'e fonte.
34	Taman..........................	49	Hydroxyde de fer compacte
35	Taman	50	Hydroxyde de fer compacte
		51	Hydroxyde de fer compacte.

GISEMENT DU MINERAI.	OBSERVATIONS DIVERSES.
LES DE KERTCH ET DE TAMAN (*suite*).	
randes masses tombées du haut de la falaise, rientale de l'affleurement, 9 kilom S.E. de Ibidem.	échantillons indiqués ci-après, les proportions suivantes de phosphore. Minerai n° 35............ 0,005 — — 41............ 0,006 — — 42............ 0,008 — — 37............ 0,042
en grandes masses, à l'extrémité du grand minerai de fer, à 9 kilom. S.O. de Kertch. gments forment, au pied des falaises, de gros pu désagréger l'action des vagues. Ibidem.	Le fer carbonaté manganesifère, qui forme une partie essentielle de ce minerai, est une espèce minérale fort remarquable. Il est compacte, à cassure conchoïde et esquilleuse, d'un vert foncé tournant au brun. — L'analyse chimique des parties de ce minéral qui ont paru homogènes et exemptes d'hydroxyde de fer, a indiqué la composition suivante : Carbonate de protoxyde de fer........ 0,586 Id. Id. de manganèse.. 0,241 Id. de chaux.................. 0,113 Argile.............................. 0,059 (total) 0,999 Ce minerai serait, comme on voit, un excellent fondant pour les hydroxydes argileux en grains, n°s 35 à 43, qui l'accompagnent; malheureusement il renferme fréquemment des géodes remplies de fer phosphaté : cette substance est même souvent disséminée dans la masse du minéral, car on a trouvé dans les échantillons n°s 44 et 45, les quantités suivantes de phosphore : N° 45............ 0,008 N° 44............ 0,010
es et peu distinctes, mais qui se présentent épaisseur au sommet d'une falaise située à le Kertch, à l'ouest d'un lac salé, le minerai aucoup de fer phosphaté, ainsi qu'aux cartres fossiles décrits par M. Deshayes. (*Mé-ciété géologique de France*, tom. III.) Ibidem.	Cette localité paraît beaucoup moins avantageuse que la précédente, bien que l'hydroxyde de fer se montre dans la plus grande partie d'une falaise fort élevée qui en est, pour ainsi dire, imprégnée. — Les minerais ayant la teneur en fer indiquée ci-contre ne paraissent y former que des dépôts peu suivis. — Le terrain qui recèle ce minerai paraît appartenir, comme celui de Kamouich-Bouronne, à l'étage supérieur du terrain tertiaire pontique; il constitue probablement une modification toute locale des calcaires coquilliers d'Odessa et de Novo-Tcherkask : les couches sont plus disloquées que celles de Kamouich-Bouronne, mais beaucoup moins que celles des gîtes suivants.
ans une couche inclinée d'argile ferrugi- petite falaise, au bord de la mer Noire, au ns la falaise argileuse située au bord de la trémité occidentale du cap Ioninaïa qui ie de Taman. Ibidem	Ces gîtes sont beaucoup moins importants que ceux signalés, sous les n°s 32 et 33, sur la rive opposée du détroit de Kertch; ils sont situés comme eux dans l'étage supérieur du terrain pontique dont les couches, fortement disloquées, ont parfois, sur cette partie de la côte, une inclinaison très-considérable. — Les minerais, subordonnés à des argiles ferrugineuses, sont souvent accompagnés de gypse. On a trouvé, dans le minerai n° 49, 0,009 de phosphore, les minerais n°s 50 et 51 n'en renferment pas une seule trace

CHAPITRE IV.

Conclusions sur l'état actuel et sur l'avenir de l'industrie minérale dans la chaîne du Donetz.

Après avoir décrit les principaux faits qu'il fallait préalablement constater pour remplir la mission qui m'a appelé dans la Russie méridionale, je vais maintenant exposer les conclusions industrielles et économiques qui me paraissent se déduire de toutes ces observations.

Les questions suivantes, toutes intimement liées à la richesse minérale de la chaîne du Donetz, me paraissent devoir préoccuper l'administration éclairée qui dirige cette partie de l'Empire.

1° Quelle idée précise doit-on concevoir des richesses minérales que recèle la chaîne du Donetz; quelle comparaison peut-on établir, sous ce rapport, entre cette région et les divers districts carbonifères exploités aujourd'hui sur une si grande échelle, dans l'ouest de l'Europe; quelle est la production actuelle des mines du Donetz; en admettant l'existence de débouchés suffisants, et en supposant que l'on applique aux mines aujourd'hui connues des méthodes

convenables d'exploitation, à quel taux pourrait être portée, dans un avenir très-rapproché, la production annuelle de ces mines?

2° Quels sont les débouchés actuels des combustibles minéraux du Donetz; quels obstacles se sont surtout opposés jusqu'à ce jour à la création de débouchés plus étendus; quelle influence doit-on attribuer, sous ce dernier rapport, aux houilles importées des pays étrangers dans les provinces méridionales de l'Empire; en supposant que la concurrence des houilles étrangères ne vînt pas compliquer la question, quels débouchés pourraient être acquis dès aujourd'hui aux combustibles du Donetz; dans quelles proportions et dans quelles parties de l'Empire ces débouchés doivent-ils s'accroître à l'avenir?

3° En résumé, quelles circonstances semblent particulièrement propres à hâter le développement des exploitations minérales du Donetz; quelles sont les mesures à l'aide desquelles le gouvernement impérial pourrait contribuer de la manière la plus efficace à favoriser l'essor de cette industrie?

La discussion de ces trois groupes de questions et les développements qui s'y rattachent, formeront l'objet d'autant de paragraphes séparés. En termes plus succincts, les trois subdivisions de ce chapitre traiteront successivement : 1° de l'importance des gîtes carbonifères; 2° des débouchés actuels et futurs des charbons de terre; 3° enfin des moyens à employer pour développer l'exploitation des houillères du Donetz.

§ Ier. Importance des gîtes carbonifères du Donetz.

Je me suis abstenu à dessein de joindre aucune conclusion économique ou industrielle aux considérations exposées dans les premiers chapitres de cet ouvrage. En m'imposant cette réserve, j'ai voulu mettre le lecteur à même de juger les faits sans aucune préoccupation ; toutefois ces faits sont assez explicites pour faire entrevoir les conséquences sur lesquelles je vais maintenant insister.

Il est hors de doute que les terrains qui constituent essentiellement la chaîne du Donetz appartiennent à l'importante formation que l'on a fort justement nommée *carbonifère*, puisque, dans l'état actuel de nos connaissances géologiques, les dépôts propres à cette période se sont montrés incomparablement plus riches en combustibles minéraux que toutes les autres formations connues. En se basant sur des analogies que la science a déjà vérifiées pour une partie importante de la surface du globe, on pourrait donc conclure de ce seul fait l'espoir très-motivé de rencontrer dans la région du Donetz des gîtes exploitables de combustibles minéraux.

Par une circonstance éminemment heureuse, les roches du terrain carbonifère affleurent à la surface du sol, dans la plus grande partie de la chaîne du Donetz, sans être recouvertes, comme cela ar-

rive souvent ailleurs, par des dépôts plus récents. Ainsi, sur les 4,000,000 d hectares compris dans les limites que j'ai assignées à la chaîne du Donetz, 2,500,000 hectares au moins présentent les roches carbonifères complétement à découvert. Les couches de combustibles subordonnées à ces roches peuvent donc elles-mêmes affleurer fréquemment à la surface du sol : cette circonstance a dû, depuis un temps immémorial, attirer l'attention des agriculteurs; c'est elle aussi qui, depuis l'époque de Pierre le Grand, a dirigé particulièrement vers cette contrée la sollicitude du gouvernement impérial.

Depuis bientôt un siècle, les habitants du pays, stimulés par la pénurie croissante des bois, ont commencé à extraire de petites quantités de charbon de terre des affleurements qui s'offraient à eux de tous côtés. Vers la fin du siècle dernier, l'administration des mines entreprit à son tour, sur une plus grande échelle, les exploitations qui se poursuivent encore aujourd'hui; cette heureuse initiative, en stimulant l'émulation des propriétaires particuliers ou des paysans agriculteurs, a déterminé la création de diverses autres exploitations, peu importantes à la vérité, mais qui, en somme, ont déjà livré au commerce des quantités considérables de combustibles.

Les exploitations ainsi ouvertes dans plusieurs parties de la chaîne; les exploitations plus nombreuses aujourd'hui abandonnées; les recherches entreprises depuis cinquante ans, et dont les résultats sont conservés dans le souvenir de beaucoup de

témoins oculaires ; enfin les études assidues qui ont été faites de 1837 à 1839 sur une multitude d'affleurements houillers, pendant le cours de l'exploration que la confiance de M. A. de Démidoff m'a appelé à diriger, sont les principales circonstances qui ont permis de réunir, à l'égard des richesses minérales du Donetz, les nombreux renseignements que j'ai précédemment coordonnés, avec tous les détails convenables, dans le *Tableau général des gîtes et des couches de charbon de terre*. Les principaux faits exposés dans ce Tableau et dans le chapitre III conduisent aux conclusions suivantes.

On a constaté dans la chaîne du Donetz l'existence de quatre-vingt-quatorze gîtes carbonifères ; en négligeant ceux de ces gîtes où la couche la plus épaisse n'atteint pas au moins $0^{m}40$, on trouve que le nombre des gîtes exploitables s'élèverait à soixante-cinq ; mais ces derniers se réduiraient encore considérablement si l'on en retranchait tous ceux qui ne présentent pas des conditions suffisamment favorables eu égard à la qualité du combustible, à l'inclinaison et à la régularité des couches, à la proportion des eaux souterraines, etc. Jusqu'à ce jour, trente-trois gîtes seulement sont ou ont été l'objet de travaux d'exploitation proprement dits.

En ne tenant compte que de l'épaisseur des couches, et en regardant comme exploitable toute couche épaisse de $0^{m}40$, la plus grande épaisseur de charbon exploitable que l'on ait rencontré jusqu'à présent dans un même gîte carbonifère ne dépasse pas

7^{m}40. Un seul gîte composé de sept couches présente cette épaisseur; deux gîtes présentent une épaisseur de houille exploitable comprise entre 5 et 6 mètres; viennent ensuite deux gîtes avec une épaisseur de 4 à 5 mètres; quatre gîtes avec 3 à 4 mètres; six gîtes avec 2 à 3 mètres; vingt-deux gîtes avec 1 à 2 mètres; trente-quatre gîtes avec une épaisseur de charbon variant de 0^{m}40 à 1 mètre.

Un grand nombre de couches reconnues dans la chaîne du Donetz ont une épaisseur de 1 mètre environ; peu de couches ont une épaisseur supérieure à 1^{m}50 : la principale couche découverte jusqu'à ce jour a 2^{m}16 d'épaisseur.

Dans l'une des localités les plus riches en combustible minéral, on a observé jusqu'à dix couches parallèles situées dans un même système de dépôts; ordinairement ce nombre est beaucoup moindre: trois gîtes offrent sept couches et trois autres gîtes, six couches; six gîtes contiennent cinq couches; vingt-six gîtes présentent de deux à quatre couches parallèles; pour cinquante-cinq gîtes, on n'a constaté jusqu'à présent que l'existence d'une seule couche.

En résumé, si l'on juge de la richesse carbonifère du Donetz par les faits exposés dans le chapitre III de cet ouvrage, on trouvera qu'il s'en faut de beaucoup que cette contrée puisse, sous ce rapport, être mise au niveau des districts carbonifères qui, en raison de leur richesse minérale, jouent aujourd'hui, dans l'ouest de l'Europe, un rôle si important.

Pour faire apprécier toute la différence qui existe entre la chaîne du Donetz et ces dernières contrées, il me suffit de rappeler que la principale couche exploitée dans le Staffordshire méridional (Angleterre) offre une épaisseur moyenne de 9 mètres; qu'en France, dans le bassin houiller de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier (Loire), l'une des couches exploitées présente ordinairement une puissance moyenne de 5 à 6 mètres, et que parfois même l'épaisseur de cette couche s'élève jusqu'à 20 mètres; qu'à Commentry (Allier), on exploite, à ciel ouvert, une couche presque horizontale, épaisse de 20 à 25 mètres; que l'une des nombreuses couches du bassin d'Aubin (Aveyron) a 40 mètres d'épaisseur dans la principale exploitation; qu'enfin, dans le bassin houiller de Creusot et Blanzy (Saône-et-Loire) on a reconnu, par des travaux aujourd'hui très-étendus, des couches de houille dont la puissance est moyennement comprise entre 15 et 25 mètres, et s'élève même par places beaucoup au delà, savoir : au Creusot, à 60 mètres; et à Montchanin, jusqu'à 100 mètres.

Mais on donnera une idée plus complète de la richesse des principaux bassins houillers de l'ouest de l'Europe, en rappelant que le vaste bassin de Newcastle (Angleterre) renferme environ quarante couches de houille, ayant une puissance totale de 14 mètres; que dans le bassin de Saint-Étienne (Loire), le nombre des couches s'élève quelquefois à dix-huit, et l'épaisseur totale de charbon à 35 mètres; qu'enfin, dans le bassin de Mons (Belgique), on a reconnu jusqu'à cent

quarante couches de houille, ayant une épaisseur totale de 50 mètres au moins.

Les détails présentés dans le chapitre II, touchant la formation carbonifère du Donetz, expliquent la supériorité reconnue à ces contrées classiques de l'Europe occidentale ; ils prouvent que ces différences dans la richesse minérale correspondent à des différences dans la constitution géologique. Il faut considérer, en effet, que dans la Grande-Bretagne, qu'en France, en Belgique et en Allemagne, le terrain carbonifère, eu égard à sa richesse en charbon de terre, comprend deux étages principaux et très-distincts : l'un inférieur et de beaucoup le plus épais, composé de psammites, de schistes argileux et surtout de puissantes assises de calcaire ; l'autre supérieur, où les calcaires sont très-rares, et où abondent au contraire les psammites, les schistes argileux et les argiles schisteuses. Les dépôts inférieurs, désignés plus particulièrement sous le nom de *calcaire carbonifère,* constituent le sol de provinces entières ; ils abondent en débris d'animaux et ne recèlent que de faibles quantités de combustible minéral ; les dépôts supérieurs, spécialement désignés sous le nom de *terrain houiller*, offrent une étendue beaucoup moindre, ne contiennent qu'une partie des animaux caractéristiques du calcaire carbonifère proprement dit, mais recèlent généralement de très-grandes quantités de charbon de terre.

Or, en se laissant guider par l'analogie, on doit rapporter la totalité des terrains du Donetz au système

carbonifère inférieur ou au calcaire carbonifère proprement dit; tandis que les terrains carbonifères de l'Europe occidentale qui se distinguent le plus par leur richesse en combustible appartiennent tous au terrain houiller. Lors donc que l'on considère l'énorme différence qui existe dans la Grande-Bretagne, en France, en Belgique, en Allemagne et en Irlande, dans les proportions de combustible que recèlent, soit le calcaire carbonifère inférieur, soit le terrain houiller proprement dit, on ne voit rien de contraire à l'analogie à trouver la formation du Donetz moins riche, sous ce rapport, que ne le sont les terrains houillers de l'ouest de l'Europe. Il y a même lieu de remarquer, comme une circonstance heureuse pour l'avenir de la civilisation dans le bassin de la mer Noire, que les terrains du Donetz se montrent généralement plus riches que ne le sont, à l'autre extrémité de l'Europe, les dépôts contemporains.

Pour que cette comparaison laisse une idée juste de ce qu'on peut attendre des terrains carbonifères du Donetz, il convient encore de remarquer, à l'avantage de ces derniers, qu'ils ont été beaucoup moins explorés que ceux de l'ouest de l'Europe; que, selon toute vraisemblance, les progrès de l'industrie minérale devront, toute proportion gardée, être plus sensibles dans la région du Donetz qu'ils ne le seront dans des régions déjà mieux connues; en sorte qu'il y a quelque raison de penser que l'infériorité que nous avons dû reconnaître à la chaîne du Donetz, dans l'ensemble des districts carbonifères de l'Europe, pourra être

atténuée plus tard, à mesure que les faits seront mieux connus. Comme présomption favorable, on peut également rappeler que la formation carbonifère est beaucoup plus étendue dans la Russie méridionale qu'elle ne l'est dans les diverses parties de l'Europe occidentale.

Plusieurs faits bien constatés permettent d'affirmer que la richesse de plusieurs groupes de houillères est plus considérable que ne l'indiquent les travaux d'exploitation ou de recherche entrepris jusqu'à ce jour.

Ainsi, par exemple, j'ai signalé dans le chapitre précédent (page 231) et sur la Carte géologique, l'intime liaison qui paraît exister entre les gîtes de Géliez-noé, de Zaïtzova et de Chterbinovski, exploités dans des localités assez éloignées l'une de l'autre, et tous disposés suivant une même ligne droite. Je rappellerai à ce sujet que les couches de charbon, outre la connexion géographique que je viens d'indiquer, présentent encore la même direction et la même inclinaison; qu'elles plongent dans le même sens, et qu'elles sont subordonnées à des roches exactement identiques. Il existe donc continuité évidente, sur une longueur de 20 kilomètres au moins, entre des couches qu'on n'a exploitées jusqu'à présent qu'en quatre points isolés. D'un autre côté, les couches, étant très-inclinées dans toutes les parties de ce long affleurement, et ayant toujours été exploitées sans moyens d'épuisement, n'ont pu être suivies à une profondeur plus grande que 35 mètres. Or on ne peut

été établies les exploitations; et celles-ci se sont ensuite étendues de part et d'autre, suivant la direction générale des affleurements. Or l'existence de ces ravins, dans la situation même où il aurait fallu les creuser si l'homme pouvait établir sur une aussi grande échelle des travaux de recherches, est une circonstance toute fortuite et complétement indépendante de la richesse carbonifère du sol.

Il est donc naturel d'admettre qu'il peut exister dans la chaîne du Donetz plusieurs autres localités aussi riches en combustibles, mais qui, faute de circonstances naturelles aussi favorables, n'ont pu être encore reconnues. L'art du mineur conduira sans doute un jour à la découverte de ces richesses souterraines; mais il faudra beaucoup de temps pour que les moyens dispendieux que cet art exige suppléent, dans les localités les moins favorisées, aux moyens d'investigation à la fois économiques et puissants fournis ailleurs par les érosions naturelles du sol. Il y a donc lieu de penser que les principales exploitations seront longtemps encore dirigées sur les localités où les couches de charbon de terre affleurent naturellement à la surface, c'est-à-dire dans celles qui ont été précédemment signalées soit sur la Carte géologique, soit dans le Tableau général des gîtes du charbon de terre.

Il a été assez facile de découvrir les principaux affleurements de combustibles dans toute la région où le terrain carbonifère constitue la surface même du sol: il n'en est pas de même des parties de la

chaîne du Donetz où ce terrain est recouvert par d'autres dépôts. Le massif carbonifère qui forme le centre de la chaîne se prolonge certainement à une faible profondeur au-dessous de formations plus modernes dans la direction de l'est, du nord et de l'ouest : il y a même lieu de penser que la portion de terrain ainsi recouverte, et qui pourrait être atteinte aisément par des travaux d'exploitation, offre une surface aussi considérable que celle qui se montre au jour; enfin, selon toute vraisemblance, elle n'est pas moins riche en combustible. Deux circonstances particulières donnent du poids à cette prévision, qui est d'ailleurs conforme à toutes les analogies.

En premier lieu, je rappellerai que vers l'ouest et le nord-est, près de Slavianka et de Pétrovskaïa, deux îlots de terrain carbonifère se montrent à une grande distance du massif carbonifère central; peut-être même le terrain carbonifère affleure-t-il presque constamment, au-dessous des détritus ou d'une mince couche de sables, dans les steppes comprises entre le Toretz et Slavianka. Je ferai remarquer, en second lieu, que l'un de ces îlots, celui de Pétrovskaïa, se montre fort riche en combustible minéral, preuve directe que la partie cachée du terrain carbonifère ne diffère pas, sous ce rapport, de celle qu'on peut observer à découvert.

Lors donc que les meilleures positions auront été occupées dans la région centrale, le champ des exploitations pourra se développer encore autour des plateaux du Donetz, au-dessous des marnes gypso-

salifères et des terrains crétacés. C'est ainsi que les exploitations houillères exclusivement dirigées, pendant plusieurs siècles, sur le bassin de Mons (Belgique), où le terrain houiller se montre à découvert, se sont étendues de proche en proche dans le Hainaut français, et ont acquis dans ces derniers temps un immense développement, bien qu'on n'y atteigne ordinairement le terrain houiller qu'après avoir traversé plus de 100 mètres de terrain crétacé. C'est ainsi également que, dans le Staffordshire méridional, les exploitations longtemps concentrées dans la région où affleurent les roches carbonifères, notamment entre Wolverhampton et West-Bromwich, commencent aujourd'hui à s'étendre vers le sud, audessous de terrains plus récents. Il importe d'apprécier toutes les circonstances que je viens de signaler, pour concevoir une juste idée des ressources que la formation carbonifère du Donetz pourra offrir un jour à l'industrie.

En s'écartant un peu des considérations basées sur des faits démontrés, on pourrait prévoir la possibilité de certaines découvertes qui auraient pour résultat d'accroître singulièrement l'importance industrielle de la chaîne du Donetz; mais je ne pense pas devoir m'étendre beaucoup sur de telles spéculations. Il est si facile et en même temps si dangereux de se faire illusion en semblable matière, que je craindrais d'encourager par là des espérances exagérées, qui jusqu'à présent, ainsi que je le démontrerai plus

loin, ont été le principal obstacle au développement de l'industrie minérale du Donetz.

Je ferai remarquer, par exemple, que, dans l'état actuelle de nos connaissances géologiques, on n'a point encore observé un massif de terrain carbonifère inférieur, qui, avec une étendue aussi considérable, ne fût pas en connexion au moins avec quelques lambeaux de terrain supérieur, c'est-à-dire, de terrain houiller proprement dit; on pourrait donc conclure, avec quelque vraisemblance, de cette analogie, que si le terrain houiller manque dans la contrée du Donetz, c'est que cet étage y a été recouvert par les formations postérieures au terrain carbonifère.

Pour concevoir quelles seraient, dans cette hypothèse, les relations du terrain houiller et du calcaire carbonifère dans le système du Donetz, il convient de se reporter à l'état de choses que présentent ces deux étages carbonifères depuis la Rhur jusqu'à l'Escaut; il faut aussi se rappeler qu'il existe une complète ressemblance entre les formations contemporaines qui constituent, d'une part, le groupe du Donetz, de l'autre ceux de Westphalie et de Belgique (1). Le terrain houiller qui s'étend depuis la Westphalie jusqu'au Hainaut français, affleure suivant une zone très-étroite, et repose sur la pente d'une zone beaucoup plus large de calcaire carbonifère inférieur. Ces deux étages se relèvent graduellement vers leur limite méridionale; et le calcaire carbonifère, s'élevant lui-

(1) Voir chapitre II, § 2, page 196.

même au-dessus du terrain houiller, s'appuie seul de ce côté sur les massifs anciens du Westerwald et de l'Ardenne. Vers le nord, au contraire, le terrain houiller plonge sous les formations crétacées et tertiaires, qui çà et là, et, par exemple, dans le Hainaut français, dissimulent complétement l'existence de ce terrain, et étendent leurs nappes horizontales jusqu'au calcaire carbonifère inférieur. Si donc l'ensemble de la formation carbonifère eût été un peu moins élevé au-dessus du niveau de la mer crétacée, dans le système de la Rhur et de la Meuse, la zone houillère de Westphalie et de Belgique eût été complétement recouverte par les dépôts crétacés et tertiaires; les affleurements carbonifères de Westphalie, de Belgique, se réduiraient, comme ils le font dans le bassin de l'Escaut, au calcaire inférieur; et l'une des plus riches formations houillères du globe nous resterait peut-être inconnue.

Or, les terrains carbonifères du Donetz se trouvent placés entre les massifs anciens du Kalmious et les formations crétacées de l'Ukraine et de Voronèje, exactement dans la même situation que les terrains carbonifères de la Rhur, de la Meuse et de l'Escaut entre les massifs anciens du Westerwald et de l'Ardenne et les nappes crétacées et tertiaires qui bordent les rivages de la Manche et de la mer d'Allemagne; j'ai, en outre, démontré que cette identité de relations géologiques a été produite par les mêmes révolutions de la surface du globe : on pourrait donc admettre, comme conséquence assez naturelle, que le terrain houiller existe dans la chaîne du Donetz, dans la même

Je me garderai de prendre pour base de ces évaluations le massif cubique de combustible qui peut se trouver dans la région du Donetz. Ces sortes de calculs font inévitablement concevoir une idée exagérée de la richesse d'un territoire houiller : en partant, en effet, des données, en apparence les plus modérées, sur l'épaisseur moyenne de houille qu'on peut supposer exister sous l'unité de surface, et en admettant, d'un autre côté, le terme le plus éloigné pour l'épuisement total du terrain carbonifère, le calcul indique presque toujours une production annuelle possible, hors de toute proportion avec la réalité. Ce mécompte résulte surtout de ce qu'on ne prend jamais en considération suffisante les parties stériles interposées dans les formations les plus riches, les régions dans lesquelles le combustible se montre de qualité inférieure, et surtout celles où une foule de conditions techniques et économiques ne permettent pas de l'extraire avec profit.

Pour diminuer autant que possible les nombreuses chances d'erreur que présentent toujours ces sortes de recherches, je procéderai du connu à l'inconnu, et je commencerai d'abord par résumer ici les renseignements que j'ai donnés, dans le Tableau général des gîtes et des couches de charbon de terre, sur les quantités de charbon de terre extraites en 1839 dans la chaîne du Donetz. Tel est l'objet du tableau suivant, où les quantités sont évaluées en quintaux métriques de 100 kilogrammes :

Premier Groupe.

	quint. met.	quint. met.
Petrovskaia.	16,370	16,370

Deuxième Groupe.

Licitchia-Balka.	73,670	73,670

Troisième Groupe.

Anninskoé.	1,650	13,430
Goloubovka (5 kil. sud. de).	80	
Goloubovka (3 kil au-dessous de).	50	
Elénovskoé.	150	
Biéloé.	3,300	
Ouspenskoé	8,200	

Quatrième Groupe.

(Pas de gîte en exploitation). . . . . . •

Cinquième Groupe.

(Pas de gîte en exploitation). . . . . . •

Sixième Groupe.

Diédova (ravin de).	40	3,480
Sadkovskoï.	820	
Kadamovskoï.	160	
Grouchevka (vallée de la).	2,460	

Septième Groupe.

Krasnoï-Kouth (territoire de).	3,270	4,010
Vichnévietzkoï.	50	
Dolginskoï	650	
Aleksievskoï.	40	

Huitième Groupe.

Gélieznoé.	9,820	32,740
Zaïtzova.	8,190	
Chterbinovski.	11,460	
Aleksandrovka	3,270	

Total de la production en 1839. . . . 143,700

Si l'on voulait juger par cette production de l'importance absolue des terrains carbonifères du Donetz, ceux-ci paraîtraient à peine dignes d'attention. En effet, pour offrir un terme de comparaison avec les chiffres que je viens de rapporter, il me suffit d'indiquer que la France, qui tire principalement de ses forêts le combustible qu'elle consomme, et dont la production atteint à peine, à la dixième partie de celle de la Grande-Bretagne, a cependant extrait, en 1839, ses mines de charbon de terre, 29,948,613 quint. mét. Il y a telle concession de mines, celle d'Anzin, par exemple, qui produit à elle seule 3,000,000 quint. mét., c'est-à-dire vingt fois plus que toutes les mines du Donetz réunies.

Mais si l'on jugeait de l'avenir du Donetz par l'état actuel des exploitations, on tomberait dans une exagération qui serait l'inverse de celle que je signalais précédemment; c'est ainsi qu'il eût été impossible, à la vue des laborieux commencements de l'industrie minérale du Hainaut français, de prévoir le vaste développement qu'a pris cette industrie, après un siècle d'efforts persévérants.

A la vérité, il n'est guère vraisemblable que la contrée du Donetz puisse jamais égaler les principaux centres d'exploitations houillères de l'ouest de l'Europe; il faut même reconnaître que diverses causes, et entre autres l'état actuel de la civilisation dans les provinces méridionales de la Russie, ne permettraient pas aujourd'hui, en admettant même qu'il y eût égalité

dans la richesse souterraine, un développement comparable à celui qu'on observe en d'autres contrées. Mais je n'hésite pas non plus à affirmer que si le gouvernement impérial jugeait convenable de faire disparaître, autant que cela peut dépendre de lui, les obstacles que je signalerai plus loin, les mines du Donetz ne tarderaient pas à produire une quantité de houille plus considérable. Ces obstacles, entièrement indépendants de l'habileté des exploitants et de la richesse souterraine, résident essentiellement dans le manque de débouchés.

Ces considérations trouveront naturellement leur place dans le paragraphe suivant; je me contenterai donc ici de rechercher à quel taux la production annuelle des gîtes aujourd'hui connus, pourrait être portée dans le cours d'un petit nombre d'années, si une légère augmentation du prix de vente sur le lieu d'extraction, combinée avec une large extension des débouchés actuels, venait donner aux mines du Donetz le principal encouragement qu'elles puissent désirer. A cet effet, je vais faire une revue des principaux gîtes exploités jusqu'à ce jour dans les huit groupes de houillères.

PREMIER GROUPE.

Pétrovskaïa. — Pour écouler la faible production qu'on tire aujourd'hui de cette mine, il faut aller chercher des débouchés par des routes de terre, jusqu'à une distance de 120 kilomètres et ré-

duire souvent le prix de vente (1) de 100 kilogrammes de houille à 0 fr. 82.

Si l'on pouvait assurer à ces mines le prix de vente de 1 fr. 32, qui est acquis, par exemple, aux mines du Hainaut français, les exploitants de Pétrovskaïa obtiendraient ainsi, dans l'état actuel de la production, une augmentation de bénéfice de 6,500 fr. Il faut considérer en outre qu'un accroissement considérable dans la production annuelle permettrait aux exploitants d'améliorer leur mobilier industriel et de substituer, par exemple, les machines à vapeur et les pompes, aux tonneaux mus à bras d'homme, qui étaient encore employés en 1839 pour l'épuisement des eaux.

En ayant recours à ces moyens perfectionnés, et en stimulant le zèle des ouvriers par le salaire plus élevé que comporterait l'élévation du prix de vente, les exploitants de Pétrovskaïa pourraient considérablement développer la production actuelle : ce gîte renferme en effet trois couches exploitables, ayant une épaisseur totale de 3m 70 ; il existe en outre une quatrième couche qui, dans la partie reconnue, a 0m 35 de puissance. Ces couches ont été peu suivies dans la direction, vu la présence de plusieurs failles et la proximité du terrain crétacé ; dans le sens de l'inclinaison, les travaux, gênés par les eaux, n'ont pas pénétré à une profondeur plus grande que 43 mètres.

En prenant ici pour base, de même que dans les évaluations suivantes, les quantités de charbon de terre extraites dans l'ouest de l'Europe, de gîtes placés dans des conditions analogues, on peut admettre que la production des mines de Pétrovskaïa pourrait être portée annuellement à. . . . . 100,000 q. m

DEUXIÈME GROUPE.

Privolnoé. — Les deux couches aujourd'hui connues dans cette localité présentent une épaisseur totale de 1m 69 : elles pour-

(1) Les prix de vente indiqués dans ce chapitre pour le charbon de terre, se rapportent tous au *quintal métrique* de 100 kilogrammes.

raient, vu leur faible inclinaison, être attaquées à la fois sur beaucoup de points, si le prix de vente et l'étendue du débouché permettaient d'établir sur les puits des moyens convenables d'épuisement. Dans ce cas, la production annuelle pourrait y être portée aisément, pendant un certain temps, à. . . 80,000 q. m.

Licitchia-Balka. — Ces mines renferment une richesse houillère qui dans toute contrée serait considérée comme fort importante, puisque l'épaisseur totale des couches exploitables s'élève à 7 m 40. Ces mines, qui n'ont point cessé d'être exploitées depuis 1795, n'ont guère été attaquées qu'au-dessus du niveau des eaux, et encore les travaux se sont-ils fort peu étendus dans le sens de la direction, de part et d'autre des affleurements.

Je doute que le prix de vente actuel de 0 fr. 85 laisse un bénéfice convenable à l'administration des mines qui exploite cette localité; mais si le prix s'élevait en même temps que le débouché s'accroîtrait, et si les exploitations étaient pourvues de moyens d'épuisement qui permissent de suivre les couches connues, au-dessous du niveau des eaux, il ne faudrait qu'un petit nombre d'années pour aménager sur une plus grande échelle les travaux de ce gîte important, et pour en extraire un produit sextuple de celui qu'on obtient aujourd'hui, soit. . . . . 450,000 q. m.

Orlovka-Balka, Verkhnié, etc. — Vu le manque de débouchés et de moyens d'épuisement, tous ces gîtes, malgré leur situation favorable, ont été abandonnés après quelques tentatives d'exploitation ou de recherche, ou même, en ce qui concerne Orlovka-Balka, après une exploitation suivie; ils pourraient vraisemblablement produire chaque année. . . . . 100,000 q. m.

Total pour le 2e groupe. . . 630,000 q. m.

TROISIÈME GROUPE.

Anninskoé. — La couche de 0m 85, exploitée dans cette localité, fournit une excellente houille maréchale comparable aux

meilleures qualités connues dans l'ouest de l'Europe. Cette houille serait donc fort recherchée si les industries variées qui ont pour objet de façonner le fer pour les besoins des constructions et de l'agriculture, en réclamaient une plus grande quantité. Cette couche complétement horizontale, ou dont l'inclinaison excède rarement 3 degrés, pourrait être attaquée à la fois par un grand nombre de puits percés dans le plateau au bord duquel elle affleure. Il suffirait d'exploiter chaque année un hectare de cette couche pour produire. . . . . 110,000 q. m.

Goloubovka. — Le territoire de Goloubovka présente de nombreux affleurements de combustible : cependant il n'existe aujourd'hui, dans ce district, que deux petites exploitations sans importance. La houille qu'on en extrait est consommée dans la localité, parce qu'elle n'a pas la qualité convenable pour lutter dans un rayon plus étendu avec les autres houilles de ce groupe, ou avec celles de Licitchia Balka. Elle conviendrait parfaitement pour le chauffage des poêles, pour la cuisson de la chaux, pour le chauffage des chaudières, etc. Si de semblables débouchés étaient créés dans la localité, le territoire de Goloubovka, où les couches sont en général peu inclinées, et d'une exploitation facile, fournirait aisément chaque année. . . . . 60,000 q. m.

Elénovskoé. — La couche, épaisse de 1^{m} 15 et presque horizontale, exploitée dans cette localité, donne un charbon propre aux mêmes usages que ceux de Goloubovka, et pourrait au besoin suffire à une production annuelle de. . . . . . 50,000 q. m.

Dolgaïa-Balka et *Sabojourskoé.* — On connaît dans ces localités, c'est-à-dire, dans le ravin Dolgaïa et dans la vallée de l'Azovaïa, trois gîtes renfermant au moins trois couches exploitables, dont l'épaisseur totale est 2^{m} 65. L'abondance des bois dans ce district, et le manque de débouchés sont les principales causes qui ont fait renoncer aux exploitations autrefois entreprises sur les affleurements de ces couches. Deux des couches ont donné des combustibles de bonne qualité et très-convenables pour la forge; la troisième s'est montrée de qualité inférieure, mais serait, selon toute apparence, très-convenable pour la cuisson de la

chaux. Ces trois gîtes fourniraient au besoin . . 100,000 q. m.

Kratzovka, Goroditché, Iatchikova, et autres localités voisines. — Ces gîtes ont été exploités à diverses reprises : les travaux, qui ont été en général abandonnés par suite du manque de débouchés, pourraient vraisemblablement fournir aux fours à chaux, aux distilleries, et même aux forges. . . . . . . 80,000 q. m.

Biéloé. — La couche parfaitement réglée qu'on exploite en cette localité a fourni, au commencement de ce siècle, de considérables quantités de houille, à l'usine impériale de Lougane. Elle n'est plus guère exploitée aujourd'hui que pour les besoins de la localité et des forges environnantes. Les travaux pourraient encore se développer beaucoup, soit dans la direction de la couche, soit dans la profondeur, où la houille a été à peine atteinte au niveau de 40 mètres. Des travaux convenablement conduits, et pourvus des moyens d'épuisement nécessaires, donneraient aux exploitants de grands bénéfices si les prix de 1 fr. 20 et de 1 fr. 50, acquis aujourd'hui aux produits extraits en petite quantité et d'une manière intermittente, pouvaient être maintenus avec une production annuelle de . . . . 100,000 q. m

Ouspenskoé. — Les six couches connues dans cette localité présentent une épaisseur totale de 3 m 50. Plusieurs de ces couches sont exploitées concurremment, depuis le commencement de ce siècle, par l'administration des mines et par des particuliers. Ces mines ont déjà produit de grandes quantités de houille ; l'extraction, qui paraît avoir beaucoup diminué dans ces dernières années, s'élevait encore en 1839, à 8,200 quintaux métriques. De même qu'à Biéloé, les travaux n'ont guère été poussés à une profondeur plus grande que 40 mètres ; ils restent même ordinairement à un niveau moins profond, dans les exploitations particulières. Si les quatre couches, aujourd'hui reconnues sur une longue étendue dans le sens de la direction, étaient attaquées à une profondeur de 100 mètres, avec des moyens convenables d'épuisement et d'aérage, elles pourraient suffire pendant longtemps à une production annuelle de. . . . . 200,000 q. m.

Total pour le 3e groupe. . . 700,000 q. m

QUATRIÈME GROUPE.

Oriékhovo (le Petit). — On connaît dans cette localité les affleurements de deux couches dont l'une est de bonne qualité, et qui offrent ensemble une épaisseur de 1m 10. Ces couches, qui paraissent disposées en fond de bateau, semblent présenter un champ d'exploitation assez important; elles n'ont point cependant été assez reconnues pour qu'on en puisse évaluer avec certitude la production annuelle possible, au delà de . . . 5,000 q. m.

Oriékhovaïa-Balka. — Les deux couches, d'assez bonne qualité, offrant une épaisseur totale de 1m 40, et disposées en fond de bateau, seraient probablement exploitées avec succès, si l'on trouvait dans ce district la population et les débouchés nécessaires. Il semble qu'une estimation modérée pourrait porter la production annuelle possible d'un pareil gîte à. . . . . . 35,000 q. m.

Ilinka. — Le sondage entrepris dans cette localité, par M. A. de Démidoff, y a constaté l'existence d'une couche de houille épaisse de 1m 65, et qui s'est montrée d'une excellente qualité pour la forge. Si cette couche, qui n'a été reconnue qu'en un seul point, s'étendait seulement avec régularité sur une étendue de 1 kilomètre carré, elle pourrait donner lieu à une exploitation fort importante. Le même sondage a fait reconnaître, à 9 mètres au-dessus de la principale couche, une deuxième couche épaisse de 0m 40, et dont on a d'ailleurs retrouvé l'affleurement au bord de la rivière : chaque mètre carré de terrain contient donc environ 2,700 kilogrammes de houille. En ne supposant au gîte qu'une étendue superficielle de 1 kilomètre carré, et en attribuant à l'exploitation une durée de cinquante années, on arriverait à une production annuelle de 540,000 quintaux métriques. Considérant toutefois les mécomptes qu'entraînent toujours ces sortes de calculs, je réduirai cette production annuelle possible au cinquième du chiffre précédent, ce qui ne correspond qu'à une exploitation annuelle de 40 ares, ou à. . . . . 100,000 q. m.

Biélinka. — Trois des cinq couches connues dans cette localité sont assez épaisses pour être exploitées avec profit. Elles offrent une puissance totale de 2m 50. Deux d'entre elles, épaisses de 1m 20 et de 0m 70, et séparées seulement par quelques mètres de calcaires et de schistes, se prolongent dans le sens de la direction avec une grande régularité, et pourraient être fort aisément exploitées par galeries horizontales, au-dessus du niveau des eaux. La houille, à la sortie des galeries, aurait moins de 3 kilomètres à parcourir pour se rendre au Donetz, qui, dans cette partie de son cours, est navigable au printemps, lors de la fonte des neiges. Malheureusement les recherches et les tentatives d'exploitation faites jusqu'à ce jour sur ce gîte intéressant n'ont produit qu'un combustible de qualité médiocre, qui ne pourrait guère convenir qu'à la cuisson de la chaux et des briques, ou au chauffage des chaudières. La production annuelle pourrait être aisément portée, si le prix de vente et les débouchés étaient suffisants, à. . . . . 80,000 q. m.

Total pour le 4e groupe. . . . 220,000 q. m.

CINQUIÈME GROUPE.

La qualité médiocre et souvent pyriteuse des affleurements de charbon de terre a jusqu'à ce jour détourné les habitants d'y ouvrir des exploitations : malgré l'abondance des gîtes, ce retard de l'industrie minérale se conçoit aisément dans une contrée où ce combustible n'est guère employé que pour l'élaboration du fer, et où les qualités inférieures restent à peu près sans emploi.

Abstraction faite de la qualité du combustible, qui n'a point d'ailleurs été étudiée au delà des affleurements, ce groupe présente des conditions favorables pour l'exploitation. Il longe, dans toute son étendue, le cours du Donetz. On reconnaît, en outre, que les gîtes carbonifères s'y montrent avec une continuité beaucoup plus prononcée que dans les groupes précédents : plusieurs districts du cinquième groupe, compris entre les vallées de la Riguine et de la petite Kamenka, sont même, sous ce rap-

port, aussi remarquables que ceux du Toretz, dans le huitième groupe de houillères. En comparant ces gîtes avec ceux que recèlent les groupes précédents, on ne peut en évaluer la production annuelle possible au-dessous de. . . . . 120,000 q. m

SIXIÈME GROUPE.

Ekaterinenskaïa. — La qualité et l'allure de cette couche sont peu connues; le charbon que fournit l'affleurement pourrait être employé pour la cuisson de la chaux, pour le chauffage des poêles, etc. On pourrait maintenir longtemps les travaux au-dessus du niveau des eaux, en extrayant annuellement. . 10,000 q. m.

Nijni-Cébriakov. — Des travaux entrepris à ciel ouvert sur l'affleurement d'une couche de 0 m 45 ont déjà produit beaucoup d'anthracite d'excellente qualité. Ce gîte renferme deux couches exploitables, ayant une épaisseur totale de 1m 20 : attaqué au moyen de travaux souterrains bien conduits, il produirait aisément chaque année. . . . . 30,000 q. m.

Diédova (*Ravin de*). — La couche d'anthracite qui affleure dans cette localité n'a qu'une faible épaisseur; mais elle est de bonne qualité, et se trouve dans des conditions très-favorables pour être exploitée à peu de frais, partie à ciel ouvert, partie par travaux souterrains. Cette localité, comme la précédente, est à proximité du Donetz. La production annuelle en serait aisément portée à. . . . . 5 000 q. m.

Roubejnoï. — Cette localité, située au bord même du Donetz, présente les affleurements de plusieurs couches presque horizontales d'anthracite : elle semble donc, au premier aperçu, offrir des conditions avantageuses. Mais les recherches persévérantes qui ont été dirigées sur ce gîte par M. A. de Démidoff n'ont point confirmé cette présomption. Il y existe tout au plus une couche exploitable parmi les cinq couches reconnues; je doute qu'on en puisse jamais tirer une production annuelle supérieure à. . 5,000 q. m.

Sadkovskoï. — On a exploité anciennement dans cette localité une couche d'anthracite, dont les affleurements sont aujourd'hui cachés par des déblais, mais qui, selon la tradition conservée dans le pays, aurait une épaisseur de 0 m 80. Dans le printemps de 1839, les habitants de Sadkovskoï ont fortuitement découvert une autre couche beaucoup plus importante, qui présente 1 m 75 d'anthracite, de qualité supérieure. Cet événement récent indique assez combien d'heureuses découvertes pourront être faites dans l'avenir, quand l'élévation du prix de vente et l'extension des débouchés dirigeront l'attention des populations agricoles vers ce genre de recherches. Les deux belles couches reconnues et déjà exploitées près de Sadkovskoï n'ont jusqu'à présent été entamées que sur leurs affleurements; elles pourraient donner lieu à des exploitations fort importantes, et produire annuellement, d'après l'évaluation la plus modérée. . . . 200,000 q. m.

Krinskoï. — Ce gîte d'anthracite est sans contredit le mieux situé de toute la chaîne du Donetz, puisqu'il affleure sur le bord même du Soukhoï-Donetz, canal creusé par la nature, que de faibles travaux rendraient navigable en toute saison, et qui conduirait les produits au Donetz, puis au Don. Le trajet à parcourir ainsi, entre les mines et ce dernier fleuve, ne serait que de 11 kilomètres. L'affleurement de la principale couche, épaisse de 0 m 90, a été anciennement exploité et a fourni des quantités considérables d'anthracite. Dans cette localité, comme à Nijni-Cébriakov, à Diédova, et autres gîtes de ce même groupe, l'exploitation a été suspendue par une double cause : d'une part, les affleurements qui pouvaient être atteints par des travaux à ciel ouvert sont aujourd'hui épuisés; de l'autre, l'extraction du charbon ne peut, faute de débouchés, y prendre assez d'importance pour supporter les frais généraux assez considérables qu'entraîneraient des travaux souterrains. Ce gîte fournirait aisément pendant longtemps à une production annuelle de. . . . . 20,000 q. m.

Kadamovskoï — On nous a signalé d'assez nombreux affleurements de combustible entre les gîtes de Krinskoï et ceux exploités dans la vallée de la Grouchevka. Parmi ceux que nous avons reconnus et indiqués sur le Tableau général, le gîte de Kadamovskoï

est le seul d'où l'on extraie aujourd'hui, à des intervalles éloignés, une faible quantité de combustible. Je n'ai rien observé qui donne lieu de penser que la production annuelle de ce district puisse jamais s'élever au delà de. . . . . 5,000 q. m.

Grouchevka (Vallée de la). — Le gîte sur lequel les Cosaques de cette vallée dirigent aujourd'hui des travaux assez importants, est, de toutes les exploitations actuelles de la chaîne carbonifère, la plus rapprochée du bassin du Don. Les deux couches où s'étendent ces travaux sont peu inclinées : elles offrent une épaisseur totale de 1 m 55; on en a extrait en 1839, 2,169 q. m. d'anthracite.

Depuis l'abandon des mines de Nijni-Cébriakov, de Diédova, de Krinskoï, etc., les mines de la Grouchevka paraissent donner aux exploitants des bénéfices assez considérables; car ceux-ci peuvent payer les ouvriers jusqu'à 5 et 6 francs par jour, en les rétribuant avec une portion convenue du charbon extrait. La production s'est probablement développée depuis 1839, bien que, selon toute apparence, on ne soit pas encore en mesure de pousser les travaux au-dessous du niveau des eaux. Attaqué avec des moyens convenables d'épuisement, d'aérage et de boisage, ce gîte donnerait aisément une production annuelle de. . . . . 100,000 q. m.

Nesvitaï (Vallée de la). — Cette couche d'anthracite a été reconnue par des travaux d'exploitation, aujourd'hui interrompus faute de débouchés; elle s'est montrée bien réglée et de bonne qualité. On en extrairait aisément chaque année. . 5,000 q. m.

Total pour le 6e groupe. . . 380,000 q. m.

SEPTIÈME GROUPE.

Krasnoï-Kouth (Territoire de). — La couche exploitée dans cette localité a une puissance de 1 m 10, et fournit une houille d'excellente qualité : elle est d'ailleurs presque horizontale, et s'est jusqu'à présent montrée fort bien réglée.

La mine de Krasnoï-Kouth, ayant pour unique débouché la machine à vapeur établie dans ce village, n'a produit en 1839 que 3,270 q. m.; mais si les débouchés venaient à s'accroître, on pourrait, en exploitant seulement chaque année une surface d'un tiers d'hectare, extraire longtemps de cette couche une production annuelle de. . . . . 45,000 q. m.

Vichnévietzkoï. — La production annuelle de ce gîte et de plusieurs autres qui nous ont été signalés dans cette contrée pourrait être évaluée au moins à. . . . . 5,000 q. m.

Dolginskoï. — L'épaisseur totale des deux couches d'anthracite exploitées dans cette localité est de 1 m 65. Ces couches sont horizontales ou peu inclinées. Le combustible qu'on en extrait est d'excellente qualité; l'exploitation en est très-facile, et prendrait un fort grand développement s'il existait des débouchés suffisants. Une exploitation qui s'étendrait chaque année sur un demi-hectare donnerait une production annuelle de. . . . . 100,000 q. m.

Total pour le 7e groupe. . . 150,000 q. m

HUITIÈME GROUPE.

Gélieznoé. — On a reconnu dans ce gîte, par des travaux fort étendus, dix couches de houille ayant une épaisseur totale de 5m 60. Huit d'entre elles, ayant au moins chacune 0m 40 de puissance, offrent une épaisseur totale de 5 m 30. La houille, d'excellente qualité, très-convenable pour le travail du fer, se vend seulement 0 fr. 68 sur le carreau des mines. La production annuelle, autrefois fort considérable, est réduite aujourd'hui, vu le manque de moyens d'épuisement, à 9,820 q. m.

Ainsi que je l'ai démontré précédemment, ce gîte, de même que les deux suivants, forme certainement partie d'une zone houillère continue, dont la longueur est au moins de 20 kilomètres. La continuité de ces gîtes est, peut-être, masquée de loin en loin par des failles; mais il n'est pas douteux que les exploitations ne puissent s'étendre un jour dans toute cette étendue.

Si ces mines étaient exploitées par les procédés qu'on applique dans l'ouest de l'Europe aux gîtes de cette importance, elles fourniraient aisément chaque année. . . . . 300,000 q. m.

Zaïtzova. — Ce gîte renferme sept couches, dont la moins épaisse a 0m 40, et dont la puissance totale est 5m 15. Les travaux, en se développant convenablement dans la direction et surtout dans le sens de l'inclinaison, pourraient produire au besoin, comme dans le gîte précédent. . . . . 300,000 q. m.

Chterbinovski.— La puissance totale des sept couches connues dans cette localité est 4m 35. Les exploitations ont été restreintes dans ces dernières années par les mêmes causes que dans les deux gîtes précédents, c'est à-dire par suite de l'épuisement des couches jusqu'au niveau des eaux, à 20 mètres environ au-dessous de la surface. Des moyens convenables d'exploitation, et au premier rang l'emploi de machines d'épuisement, permettraient de porter la production annuelle au taux de. . . . 150,000 q. m.

Aleksandrovka. — La couche exploitée depuis fort longtemps dans cette localité est la plus épaisse que l'on ait jusqu'ici rencontrée dans la chaîne du Donetz : elle a 2m 16 de puissance; est très-bien réglée, et fournit une houille maréchale d'excellente qualité. Les travaux, aujourd'hui restreints par l'approche des eaux, ne se sont jamais étendus au delà d'une profondeur de 22 mètres. Il suffirait d'exploiter chaque année, dans le plan de la couche, une surface d'un demi-hectare, c'est-à-dire de 250 mètres de long sur 20 mètres de large, pour obtenir de ce gîte une production annuelle de. . . . . 110,000 q. m.

Soukhi-Ïali. — Les recherches qui ont été entreprises sur cette localité, dans le courant de l'année 1839, y ont démontré l'existence de quatre couches, dont l'une, ayant 0m 80 de puissance, fournit une houille de bonne qualité. L'abondance des eaux n'a pas permis d'entreprendre une exploitation suivie, ni même de continuer longtemps les recherches. On ignore donc si la principale couche est assez régulière pour donner lieu à une exploi-



tation durable : on peut cependant estimer que la partie reconnue, si elle était exploitée avec des moyens convenables d'épuisement, pourrait suffire, du moins pendant quelques années, à une production de. . . . . 10,000 q. m.

Total pour le 8e groupe. . . 900,000 q. m.

En résumé, les huit groupes de houillères, eu égard à l'importance qu'ils pourraient acquérir, s'ils étaient en possession de débouchés suffisants et pourvus de moyens convenables d'exploitation, semblent devoir être classés dans l'ordre suivant :

		quint. mét.
8e	Groupe.	900,000
3e	—	700,000
2e	—	630,000
6e	—	380,000
4e	—	220,000
7e	—	150,000
5e	—	120,000
1er	—	100,000
	Total pour les huit groupes. . .	3,200,000

J'ai pensé que cet examen détaillé des ressources que pourraient offrir, au besoin, les mines de charbon du Donetz, était nécessaire pour donner plus de précision au jugement que j'avais à porter sur la richesse minérale de cette contrée ; mais je ne me suis pas dissimulé, en produisant ce travail, que la plupart des évaluations précédentes doivent être considérées tout au plus comme des approximations. Je reconnais d'avance qu'une étude plus approfondie démontrera

peut-être que certaines mines n'atteindront jamais à la production que j'ai supposée. Toutefois, comme je n'ai porté en ligne de compte que les gîtes déjà reconnus par des travaux de recherche et d'exploitation, et que je pouvais comparer avec des mines exploitées ailleurs dans des conditions analogues, j'ai lieu de présumer que la plupart de ces estimations n'offrent rien d'exagéré. Il faut remarquer, d'ailleurs, que la plupart des gîtes portés dans le Tableau général ne figurent pas dans l'énumération précédente, parce que leur richesse n'a point encore été suffisamment reconnue ; il est néanmoins raisonnable de supposer que plusieurs de ces gîtes, de même que ceux qui me sont restés inconnus ou qui seront certainement découverts par la suite, contribueront dans une certaine mesure à accroître la production, et balanceront ainsi les exagérations que mes prévisions pourraient offrir.

Si donc on admettait que toutes les houillères de la chaîne du Donetz fussent pourvues de débouchés suffisants, et que le prix de vente, sur le carreau des mines, pût s'élever moyennement à 1 fr. 30 par quintal métrique, ou à 19 kop. ass. par poud, il serait démontré, pour moi, que la production du charbon de terre s'élèverait rapidement, dans cette contrée, au taux annuel de 3,000,000 quint. métr., ou à une valeur brute d'environ 4 millions de francs.

En annonçant que la production annuelle des mines du Donetz pourra s'élever à une somme vingtuple de l'extraction actuelle, j'ai pensé qu'il convenait de faire

quelques réserves au sujet des exagérations qu'avec toute la prudence possible, on est souvent entraîné à faire en pareil cas. Mais les personnes qui rapprocheront mes conclusions de celles qui ont été avancées dans un grand nombre de mémoires, ou publiées par la voie des journaux, pourront penser que c'est, pour moi, un devoir de prouver que je ne suis pas tombé dans un excès opposé, et que mes évaluations ne sont pas restées beaucoup au-dessous de la réalité.

Pendant le cours de ma mission, j'ai pu réunir, grâce à l'intervention de M. A de Déminoff, une collection complète de tous les documents relatifs à l'exploration des terrains carbonifères du Donetz; et j'avoue qu'on imaginerait difficilement, en les lisant, qu'ils concernent la contrée que j'ai spécialement décrite dans cet ouvrage.

Ainsi, dans plusieurs mémoires, rédigés à la suite de missions spéciales, on n'hésite pas à assimiler tous les terrains carbonifères de la chaîne du Donetz, aux *formations houillères* les plus riches et les mieux caractérisées. Deux auteurs poussent même l'exagération jusqu'à affirmer, sans présenter d'ailleurs une seule preuve, ni même une indication précise de localité, que, dans plusieurs districts, les couches exploitables de charbon de terre se comptent *par vingtaines*.

L'un de ces mémoires est écrit dans le but de prouver que l'administration des mines a jusqu'à présent commis une grande faute en dirigeant ses principaux efforts sur l'exploitation du gîte de Licitchia-Balka; l'auteur y avance, sans autre preuve qu'une simple affirma-

tion, qu'il existe dans les autres parties de la chaîne carbonifère beaucoup de gîtes, à la fois plus riches et mieux situés; que l'un de ces gîtes, à proximité du Donetz et du Don, recèle plus de vingt couches exploitables; que ces couches, plus puissantes que celles Licitchia-Balka, offrent des combustibles de meilleure qualité. L'auteur conclut en annonçant que, dans des conditions aussi favorables, on pourrait, en quelques mois et avec une mise de fonds de 35,000 fr., fonder des exploitations prospères, où le prix de revient ne dépasserait jamais 0 fr. 68. et qui pourraient prétendre à alimenter, sans crainte de concurrence étrangère, le bassin de la mer Noire.

Depuis que mon attention est dirigée vers l'exploration de la contrée du Donetz, il ne s'est pas passé une année sans que les journaux de la Russie méridionale, et d'après eux tous les journaux de l'Europe, ne produisent l'annonce de quelque découverte importante qui semble être, pour la Russie, le commencement d'une ère toute nouvelle de prospérité.

Aussi un journal de Francfort publiait, en 1838, l'avis suivant :

« Nous recevons de Marioupol l'importante nou-
« velle que M. ***, envoyé dans cette contrée pour se
« livrer à la découverte du charbon de terre, en a
« découvert un gisement fort riche dans une gorge de
« la montagne Soukhaïa-Jalta, à quatre-vingts verstes
« de Marioupol et à cent quatre-vingts verstes d'A-
« lexandrovsk. D'après les échantillons qu'il a en-
« voyés, ce charbon a été reconnu parfaitement pro-



« pre au chauffage des bateaux à vapeur ; et comme « le transport, d'un côté à Marioupol et dans les ports « de la mer d'Azov, et de l'autre à Kherson et Odessa « par le Dniéper, en est très-facile, cette découverte « peut être considérée comme très-précieuse. »

En avril 1841, les journaux français et anglais ont signalé, d'après un journal de la Russie méridionale, les heureux résultats d'une nouvelle mission confiée à un ingénieur étranger, et qui aurait fait découvrir de grandes richesses minérales dans la contrée du Donetz. Le rapport qui a servi de base à ces publications, et dont j'ai une copie sous les yeux, annonce l'existence d'une formation anthraxifère, s'étendant sur 4,000 kilomètres carrés, et où l'on a déjà reconnu *vingt couches d'anthracite*, ayant *une puissance totale de plus de* 10 *mètres*. D'après ce même rapport, cette formation serait recouverte par un *bassin houiller d'une étendue immense*, renfermant *d'incalculables richesses*.

Je pourrais aisément multiplier les citations à l'égard de ces prétendues découvertes qui présentent toutes invariablement les caractères suivants : 1° par une fiction qu'on ne se lasse pas de reproduire, l'auteur *découvre* de nombreuses couches de charbon, connues depuis un demi-siècle par l'administration des mines ou par les habitants du pays ; 2° les gîtes carbonifères observés sont décrits ou plutôt signalés, avec une exagération qui ne leur laisse aucune ressemblance avec la réalité ; 3° enfin la conclusion obligée de la mission est l'emploi infructueux du capital consacré aux recherches ou aux tentatives d'exploitation.

Après avoir pris connaissance de tout ce qui a été écrit sur cette question, je n'hésite pas à déclarer que les brillantes descriptions qui ont été faites de la richesse carbonifère du Donetz sont au moins inexactes. J'affirme que les localités qui, jusqu'à ce jour, ont été signalées explicitement comme renfermant d'incalculables ressources en combustible, ont été toutes consciencieusement visitées dans le cours de l'exploration de M. A. Démidoff, et que rien, jusqu'en 1839, n'autorisait à penser qu'elles soient plus importantes que je ne l'ai indiqué dans le Tableau général des gîtes carbonifères.

Ainsi, ce gîte si précieux, signalé dans un article du journal de Francfort, et qui devait alimenter les ports de la mer d'Azov et de la mer Noire, est simplement, toute vérification faite par nous, celui qui comprend les couches n[os] 222 à 225, et qui est appelé *Soukhi-lati* dans le Tableau général, d'après le nom donné par la Carte de Schubert, au petit ruisseau sur les bords duquel il est situé. Ce gîte, connu depuis longtemps par les habitants du pays, est très-inférieur, eu égard à la puissance et au nombre des couches de charbon, aux beaux gisements d'Aleksandrovka, de Gélieznoé, de Zaïtzova, de Chterbinovski, exploités depuis un demi-siècle dans le même groupe de houillères. Le brillant destin promis à ce nouveau gîte s'est réduit au percement de trois puits de 6 à 11 mètres; après quelques mois d'efforts infructueux, l'inventeur a reconnu lui-même que son zèle l'avait égaré, et a renoncé à toute tentative d'exploitation.

Il me serait facile de citer tels gîtes qui, dans l'espace de dix années, sous des noms différents, ou sous le même nom plus ou moins défiguré, ont été deux fois l'objet de récits aussi pompeux et de pareils mécomptes. Mais comme ces mécomptes ne sont jamais publiés, les annonces exagérées qui se reproduisent seules périodiquement restent sans correctif, et ont pour résultat inévitable d'égarer l'opinion publique touchant les véritables ressources de cette contrée. Cet état de choses est d'autant plus regrettable que les personnes qui dirigent l'administration de la Russie méridionale se trouvent ainsi conduites à attribuer à la richesse minérale du Donetz une force virtuelle qu'elle ne possède pas; attendant toujours un développement spontané, tant de fois promis, elles ne songent point aux mesures qui, dans mon opinion, pourraient seules tirer les exploitations du Donetz de l'état stationnaire où elles restent depuis si longtemps.

Je n'ai pas pensé qu'il convînt d'engager ici une polémique, et de relever toutes les exagérations dont la chaîne du Donetz a été l'objet : d'une part, en effet, le Tableau général des gîtes carbonifères et la Carte géologique de la chaîne du Donetz fourniront à ce sujet les lumières convenables, aux personnes qui désireront connaître la vérité; de l'autre, les questions personnelles que cette polémique entraînerait ne me paraîtraient nécessaires que dans le cas où l'on contesterait les faits que j'ai avancés. Je suis d'autant plus porté à

m'abstenir de toute critique de cette nature, que je ne mets nullement en doute la bonne foi des explorateurs qui m'ont précédé. Je sais qu'en semblable matière les personnes les plus consciencieuses et les plus honorables peuvent aisément se faire illusion; et peut-être les géologues dont j'ai dû relever les erreurs reconnaîtront-ils eux mêmes que mes conclusions sont d'accord avec les faits. D'un autre côté, les personnes habiles qui dirigent en Russie l'administration des mines sont certainement en garde aujourd'hui contre toutes ces exagérations; elles connaissent les efforts pénibles que l'administration a dû faire depuis un demi-siècle, dans toutes les parties de la chaîne carbonifère, pour arriver aux résultats à la fois bornés et précaires que j'ai constatés dans ce paragraphe; elles savent par conséquent ce qu'il faut penser de ces prétendues découvertes que chaque année voit naître et que chaque année aussi fait tomber en oubli. Je crois donc inutile d'insister davantage sur ce sujet, et j'émets l'espoir qu'en présence de faits dorénavant constatés de semblables exagérations ne se renouvelleront plus.

Je conviendrai, du reste, en terminant ce paragraphe, qu'en sortant du cercle immédiat des faits observés et en se lançant dans le domaine des hypothèses, on pourra trouver des motifs très-plausibles de concevoir pour les exploitations du Donetz un avenir beaucoup plus brillant que celui que j'ai indiqué. Toutefois, je le répète, il ne me semble pas que de

pareilles considérations puissent utilement trouver place dans cet ouvrage, et je ne crois pas devoir m'y arrêter.

§ II. — Débouchés actuels et futurs des charbons de terre du Donetz.

L'usage pour lequel le charbon de terre convient de la manière la plus spéciale, et pour lequel on doit le préférer de beaucoup au combustible végétal, est sans contredit le forgeage du fer. Aussi remarque-t-on que c'est toujours par les forges des maréchaux, des serruriers, des taillandiers, etc., que l'emploi de la houille commence à s'introduire dans un pays qui jusque-là n'employait comme combustible que le produit de ses forêts. Cette loi, que j'ai observée dans toutes les parties de l'Europe, est frappante dans la contrée du Donetz et dans les pays adjacents, où la houille se trouve encore au début de la lutte qu'elle doit partout soutenir contre les habitudes et surtout contre les préjugés des populations : bien que ce combustible commence à peine à être consommé dans l'économie domestique et dans quelques industries inséparables de tout centre de population, il a déjà conquis définitivement le débouché des petites forges du pays. Il faut se rappeler, en outre, que les mines de Licitchia-Balka, qui concourent pour moitié environ à la production annuelle du Donetz, alimentent à peu près exclusivement l'usine impériale de Lougane, qui elle-

secondaire dans l'approvisionnement du pays. En effet, les mines sont situées de telle sorte, par rapport à ces deux artères navigables, et sont tellement disséminées sur la surface de la chaîne carbonifère, que les territoires contigus des gouvernements de Voronèje, d'Ukraine, d'Ekaterinoslav, continueront toujours vraisemblablement à recevoir par les routes de terre, des mines les plus rapprochées, le combustible minéral nécessaire à leur consommation.

En second lieu, il ne semble pas que le transport par charrois puisse jamais devenir, dans la Russie méridionale, plus économique qu'il ne l'est aujourd'hui : cette assertion relative à une contrée où les chaussées sont absolument inconnues, et où il existe à peine quelques ponts, s'écarte tellement des idées reçues dans l'ouest de l'Europe, que je me trouve obligé de la motiver par quelques développements spéciaux.

Les circonstances qui influent le plus directement sur le prix des transports sont : l'achat ou la construction des voitures ; l'achat et la détérioration des animaux employés ; le salaire des conducteurs ; la nourriture des animaux ; les difficultés que le sol oppose à la traction, etc. : or, le bas prix des transports dans la Russie méridionale tient non-seulement à ce que chacun de ces éléments de dépense est incomparablement moindre que dans l'ouest de l'Europe, mais encore à ce que le paysan, entrepreneur de roulage, cumule souvent les attributions de constructeur de

CHARIOT DIT TÉLÈGUE EMPLOYÉ POUR LES TRANSPORTS DANS LA RUSSIE MÉRIDIONALE.

Fig. 3.

Coupe transversale suivant la ligne a b

Fig. 1.

Projection verticale du Télègue attelé

Fig. 2.

Projection verticale de l'extrémité postérieure

Fig. 6.

Projection verticale de l'avant-train et de la cheville-ouvrière

Fig. 4.

Coupe longitudinale suivant la ligne c d

Fig. 5.

Projection verticale du Joug fixé au timon par la corde h et par la cheville i

Fig. 8.

Fig. 7.

Échelle de deux Mètres

chariots, de propriétaire du matériel, de charretier et même de spéculateur sur les denrées qu'il transporte.

Les voitures employées communément dans la Russie méridionale, et probablement dans la plus grande partie de l'empire, sont des chariots à quatre roues, désignés par le nom de *télègues;* la figure ci-jointe (1) représente les détails de construction et les dimensions de ce véhicule aussi simple qu'ingénieux. Toutes les pièces, y compris les deux essieux, les jantes et les moyeux des roues, sont exclusivement construites en bois; en sorte que chaque paysan peut, au besoin, façonner lui-même avec sa hache, l'outil national de la Russie, dans les loisirs que lui laissent les travaux agricoles, cette partie principale du matériel des transports.

Les bœufs, employés au charretage plus communément que les chevaux, font ordinairement partie du mobilier agricole des paysans; au reste, soit qu'ils élèvent eux-mêmes leurs bœufs, soit qu'ils aient à les acheter, les conducteurs de télègues joignent presque toujours, à l'industrie des transports, la spéculation sur les bestiaux. Dans tous les cas, les bœufs s'élèvent ou s'engraissent pendant la saison du charretage, et l'accroissement de valeur de cette partie du capital offre à l'entrepreneur une nouvelle source de profits.

Comme conséquence du cumul que j'ai indiqué, l'entrepreneur trouve, dans l'ensemble des bénéfices

(1) Voir l'explication de cette planche (page 475), dans les documents relatifs à l'exploration des terrains carbonifères du Donetz.

de l'opération, le salaire qu'il exigerait s'il n'était que conducteur. Ses frais de nourriture sont presque nuls : la base de cette nourriture est de la farine ou du grain concassé que le paysan produit encore lui-même, et dont il fait provision avant son départ; lors même qu'il devrait l'acheter au prix courant du pays, il ferait à peine, pour cet objet, une dépense journalière de 10 centimes. Dans la Russie méridionale, le paysan ajoute à cet ordinaire des melons et des pastèques, qui croissent presque sans culture dans les steppes, et auxquels on peut à peine assigner une valeur ; à défaut de cette ressource il se procure des poissons conservés par simple dessiccation, et connus sous le nom de *taranes* : la mer d'Azov en fournit de si grandes quantités, qu'on les vend dans le pays au prix de 0 fr. 032 le kilogramme. En résumé, c'est calculer largement que d'évaluer à 0 fr. 15 les frais journaliers de nourriture d'un conducteur de télègues.

Pendant les stations de jour et de nuit, les bœufs prennent une nourriture gratuite dans ces vastes steppes, pâturages indéfinis où les cultures ne se présentent que de loin en loin (1). D'ailleurs, point de frais d'auberge : les conducteurs, parfois accompagnés de toute leur famille, se contentent de l'abri qu'offrent les télègues; les animaux trouvent au milieu de l'herbe une abondante litière.

Parfaitement aplani, exempt de pierres dures et

(1) Voir chapitre Ier, pages 4, 6, 11 et 36.

de roches saillantes, le sol se prête admirablement à la traction, et peut être sillonné dans toutes les directions par de longues files de télègues, appartenant à plusieurs conducteurs, et qui ordinairement voyagent de conserve. Parfois l'herbe trop épaisse oppose une certaine résistance à la traction ; mais cet obstacle n'agit que sur les premiers chariots, et ne se fait pas sentir à la masse du convoi. Deux bœufs attelés à un télègue chargé de 800 à 1,000 kilogrammes parcourent chaque jour une distance qui, selon le nombre et les pentes des ravins à franchir, la qualité des fourrages, l'état de l'atmosphère, etc., varie ordinairement de 24 à 36 kilomètres.

Dans la Russie méridionale, et surtout dans le nord de l'empire, les transports se font aussi en hiver sur une vaste échelle ; les conducteurs doivent alors acheter le fourrage nécessaire pour la nourriture des animaux ; mais le prix en est modique, parce qu'il ne se compose réellement que des frais de récolte : cet accroissement de dépense est d'ailleurs balancé, et souvent au delà, par la diminution des résistances opposées à la traction qui se réduit à un simple traînage ; alors, en effet, les fardeaux eux-mêmes peuvent au besoin glisser sur la neige, dont la surface lisse est solidifiée par un froid rigoureux. La neige favorise encore l'industrie des transports en nivelant toutes les anfractuosités du sol, en remblayant le lit des ruisseaux, et en jetant pour ainsi dire un pont indéfini sur les rivières.

Je prouverai plus loin qu'à la faveur de toutes

ces circonstances, les transports se font aujourd'hui dans la Russie méridionale, et probablement dans la plupart des autres provinces de l'empire, à des prix moindres que ceux des tarifs de chemins de fer, dans l'ouest de l'Europe. Il convient de remarquer, d'ailleurs, que cet avantage inappréciable est acquis à la Russie dans toutes les directions qu'il plaît au commerce de suivre, tandis que le bienfait des voies de fer est nécessairement borné à un petit nombre de directions privilégiées. C'est sur l'ensemble des conditions qui ont permis aux transports de s'organiser sur de pareilles bases, que me paraît reposer essentiellement la prospérité commerciale, et, jusqu'à un certain point, la puissance politique de la Russie; je ne connais dans l'ordre matériel aucun fait qui ait une aussi grande influence sur l'activité de ce grand empire; c'est celui qui m'a le plus frappé pendant le cours de mon voyage : c'est enfin celui dont l'homme d'État doit le plus se préoccuper, dans toute appréciation de l'avenir industriel du pays.

Au milieu de ses inconvénients, le système de culture de la Russie méridionale a donc l'immense avantage de permettre un système de transports plus économique que celui qu'on peut obtenir, dans les célèbres districts agricoles des Iles-Britanniques et des Flandres, par les moyens les plus perfectionnés que la civilisation ait créés jusqu'à ce jour. Il est d'ailleurs évident que le progrès de la population, de l'agriculture et de l'industrie aura inévitablement pour résultat de lui enlever graduellement cette cause de

supériorité. Il est donc démontré, ainsi que je l'avais avancé au commencement de cette digression, qu'on ne peut attendre, de la modification des moyens actuels de transport, aucune extension notable de la zone dans laquelle rayonnent aujourd'hui, par charretage, les charbons de terre du Donetz.

Les considérations précédentes autorisent à penser que la consommation locale des charbons de terre du Donetz ne pourra s'étendre par la suite beaucoup au delà du territoire qui reçoit déjà ce combustible pour ses forges maréchales et ses autres ateliers de ferronnerie; en sorte que l'extension de cette partie du débouché est nécessairement subordonnée à l'accroissement même de la demande dans le périmètre de la consommation actuelle, c'est-à-dire, dans la chaîne du Donetz et dans les provinces adjacentes d'Ekaterinoslav, d'Ukraine, de Voronèje et des Cosaques du Don. Or, malgré le progrès que la civilisation fait chaque jour dans cette contrée, je ne pense pas que, sous l'influence d'industries presque exclusivement agricoles et du mode de culture qui prévaudra encore pendant longtemps, la consommation de la houille y puisse prendre un accroissement très-rapide. Quelques détails mettront cette vérité dans tout son jour.

La consommation de la houille pour les usages que j'ai précédemment indiqués doit s'accroître lentement, et à peu près dans le même rapport que la population, tant que le développement de l'industrie

proprement dite ne viendra pas ouvrir de nouveaux aliments à l'activité du pays. Or, jusqu'à présent, les manufactures se sont établies dans d'autres parties de l'empire, à proximité des principaux centres de population : ce fait est conforme à la nature des choses et à toutes les lois économiques qui, dans les autres contrées, ont présidé à la répartition des populations industrielles. Je ne vois aucune raison de supposer que ces lois seront interverties et que les grands ateliers ayant pour objet la fabrication des tissus et l'élaboration des métaux, quitteront les environs de Moscou, de Toula, de Nijni, pour s'établir dans la contrée du Donetz. Rien n'indique même que l'exemple donné par le gouvernement, par la création de l'usine de Lougane, trouve prochainement des imitateurs dans une région où l'agriculture a encore à faire tant de conquêtes sur un sol éminemment fertile. J'insisterai, d'ailleurs, plus loin sur les résultats produits par cet établissement, et sur ceux qu'on en peut attendre pour l'avenir.

De tous les emplois que j'ai énumérés, en signalant les débouchés actuels des houillères du Donetz, le chauffage domestique me paraît seul appelé à étendre les débouchés locaux de ces houillères dans une proportion plus considérable que l'accroissement de la population.

On a constaté, en effet, que, sous le climat de la France, de l'Allemagne et des Iles-Britanniques, le chauffage domestique est, de toutes les destinations

du combustible, l'emploi qui en absorbe la plus grande quantité (1). Or, la consommation domestique doit être, comparativement, plus importante dans la Russie méridionale, par le double motif que le climat y est plus rigoureux, et l'industrie, beaucoup moins développée. Il y a donc lieu de présumer que cette destination spéciale accroîtra chaque année, dans la contrée du Donetz, la consommation du charbon de

(1) Ainsi, par exemple, la consommation des combustibles en France a été évaluée approximativement, pour l'année 1838, comme l'indiquent les chiffres suivants :

	Consommation totale.	Consommation domestique.
Bois cordé.	160,000,000 quint. métr.	90,000,000 quint. métr.
Charbon de terre. .	43,000,000	10,000,000
	203,000,000	100,000,000

La consommation du charbon de terre a été répartie, dans les proportions suivantes, entre les six catégories qu'on doit distinguer pour l'emploi de ce combustible :

		quint. métr.
Industrie minérale,	Mines, minières, usines qui en dépendent.	8,400,000
	Carrières, usines, ateliers minéralurgiques.	7,900,000
Manufactures, arts et métiers.	Ateliers de ferronnerie.	3,000,000
	Toutes les autres industries.	12,700,000
Industrie des transports (chemins de fer et bateaux à vapeur).		900,000
Économie domestique.		10,100,000
	Total.	43,000,000

Dans ce total, la consommation des machines à vapeur, qui, en France, sont presque exclusivement alimentées par le charbon de terre, entre pour 6,300,000 quintaux métriques, savoir :

	quint. métr.
Machines à vapeur employées dans l'industrie minérale. . . .	2,200,000
— — — — les manufactures, arts et métiers.	3,200,000
— — — — l'industrie des transports. . .	900,000
	6,300,000

terre. J'ai pu, d'ailleurs, observer, dès l'année 1837. dans les villes de Novo-Tcherkask, de Rostov, de Nakhitchevane, etc., et même dans plusieurs hameaux de la chaîne carbonifère, des symptômes évidents de la tendance qu'ont déjà les populations à substituer, dans l'économie domestique, le charbon de terre aux combustibles végétaux. Toutefois, je suis disposé à penser que pendant longtemps encore, cette tendance sera elle-même insuffisante, soit dans les villes, soit dans les campagnes, pour donner une impulsion décisive aux houillères du Donetz.

Les villes situées à proximité de la région du Donetz se procurent le bois à un prix qui, sans doute, s'élève graduellement chaque année, mais qui est encore fort modéré : les populations urbaines, peu denses et très-disséminées, ne sont donc point encore intéressées à substituer le charbon de terre au bois dans l'économie domestique. Dans les villes mêmes où le bois est plus cher que son équivalent en houille, la différence de prix est peu considérable, et ne suffit pas pour vaincre les habitudes qui repoussent cette révolution dans le mode de chauffage.

Ainsi, les villes de Novo-Tcherkask, de Nakhitchevane, de Rostov, de Taganrog, peu éloignées l'une de l'autre et toutes situées à proximité du Don, tirent, en grande partie par charretage, le bois cordé qu'elles consomment, des futaies et des taillis compris entre Licitchia-Balka et Slavianoserbsk, sur les deux rives du Donetz; elles peuvent, en même temps, être ap-

provisionnées en charbon de terre par les mines situées, à une moindre distance, dans le groupe des houillères du Donetz inférieur. Le bois y est donc, par comparaison avec le charbon de terre, plus cher que dans toute la contrée située au nord du Don : cependant, à pouvoir calorifique égal, il n'existe entre les prix des deux combustibles que la différence indiquée ci-après (1) :

100 kil. de charbon de terre valent moyennement. . .	2 fr.	75
200 kil. de bois équivalant à 100 kil. de charbon de terre valent	5	29

Cette différence, qui tend à augmenter chaque année, établit déjà une prime favorable à l'emploi du charbon de terre ; mais, pour apprécier à sa juste valeur la concurrence désormais établie entre les deux combustibles, il faut avoir égard à plusieurs autres considérations que je développerai ci-après.

Quant aux populations exclusivement agricoles disséminées au milieu des steppes que j'ai décrites au début de cet ouvrage, dans des districts entièrement dépourvus de bois et même d'arbrisseaux, des conditions particulières les empêchent ou les dispensent de

(1) On prend pour point de départ de ces résultats les données suivantes : en 1841, le bois cordé s'est vendu moyennement à Rostov, 50 ro. ass. la sagène cube ; pendant la même année, le prix moyen de l'anthracite de Popovskoï (vallée de la Grouchevka) était de 40 kop. ass. par poud. On admet qu'à poids égal, le charbon de terre a un pouvoir calorifique double de celui du bois ; que le mètre de cube de bois consommé à Rostov (mélange de chêne et d'aune) pèse, après six mois de coupe, 350 kil.

recourir au combustible minéral. Les paysans agriculteurs de la Russie méridionale jouissent, sous beaucoup de rapports, d'une véritable aisance; mais c'est à la condition de tirer du sol même qu'ils cultivent la presque totalité des objets nécessaires à leur existence. Pendant longtemps encore ces populations, qui l'emportent de beaucoup en nombre sur celles des villes, n'achèteront pas de charbon de terre par le motif qui les a dispensées, jusqu'à ce jour, d'acheter du bois de chauffage. Les paysans qui ne possèdent sur leur territoire ni bois ni taillis continueront à recueillir, à proximité de leurs villages, les combustibles qui leur sont nécessaires, sans autre dépense que celle d'un travail personnel qui n'aurait pas de meilleur emploi. Ces combustibles, de nature assez variée, se reproduisent sans frais chaque année : ils se composent principalement de végétaux herbacés ou sous-ligneux (*bouriane*) qui croissent spontanément dans les steppes et qui appartiennent, pour la plupart, au genre *Artemisia* (1) et de roseaux (*kamouich*) qu'on moissonne dans le lit des ruisseaux ; dans un grand nombre de localités les paysans ne peuvent même se procurer en suffisante quantité les combustibles ci-dessus indiqués : dans ce cas, ils ont recours à une sorte de fumier peu fermenté, composé de fiente de bœuf et de débris de végétaux, qu'ils accumulent à cet effet dans l'enclos attenant à chaque habitation. Cette sorte d'amalgame, découpé en briquettes et séché au

(1) Voir les détails présentés à ce sujet, chapitre Ier, page 42.

soleil, est connue dans le pays sous le nom de *kisik*. Cet état de choses subsistera tant que le système des grandes jachères prévaudra dans le système de culture de la Russie méridionale ; aussi me semble-t-il peu probable que le charbon de terre puisse trouver un débouché de quelque importance dans le chauffage domestique des populations agricoles.

Ces combustibles herbacés, récoltés par le consommateur lui-même, n'ont guère de prix courant dans les campagnes ; il en est autrement dans certaines villes où l'on en fait de grands approvisionnements, et où on les consomme même parfois en plus grande proportion que le bois. Tel est, par exemple, le cas de la ville de Rostov, où les quantités de combustibles herbacés équivalentes à 100 kilog. de charbon de terre se vendent moyennement aux prix suivants (1).

Foin ou paille (employés à défaut des précédents).	250 kil. . . .	3 fr. 64
Roseaux et *bouriane*.	250 kil. . . .	1 fr. 82

Ainsi que je l'ai indiqué ci-dessus, le bon marché d'une quantité donnée de puissance calorifique n'est

(1) Le *bouriane* et les roseaux se vendent au chariot. La charge d'un chariot à deux bœufs vaut moyennement 6 1/2 ro. ass. ; la même charge de foin ou de paille vaut environ 13 ro. ass. On a admis que cette charge pèse moyennement 1,000 kil.

Quant au *kisik*, le prix en est très-variable selon la demande et surtout selon la saison : le prix du millier de briquettes varie en été de 10 à 13 ro. ; et, en hiver, de 30 à 40 ro. ; il s'élève même parfois à Taganrog jusqu'à 60 ro. Ces énormes variations de prix, qui se font également sentir sur le bois, les roseaux et le *bouriane*, contribuent efficacement à propager l'emploi du charbon de terre.

pas la seule qualité qu'on recherche dans un combustible : pour chaque emploi déterminé, il existe encore beaucoup de convenances spéciales résultant de la nature des choses, des habitudes ou des préjugés des consommateurs, et qui viennent accroître ou détruire les motifs de préférence résultant de la différence des prix.

C'est ainsi, par exemple, que les combustibles minéraux conviennent si spécialement au forgeage du fer, à la deuxième fusion de la fonte et au chauffage des bateaux à vapeur, qu'on n'hésite pas à en faire usage, lors même qu'une différence notable de prix, à l'avantage du bois et du charbon de bois, semblerait devoir faire donner la préférence à ces derniers. A plus forte raison doit-on rechercher exclusivement pour ces opérations l'emploi du charbon de terre, lorsque la différence de prix, ainsi que cela arrive déjà sur les rives du Don inférieur, vient lui assurer de nouveaux motifs de préférence.

Dans d'autres cas, l'effet utile du combustible est à peu près mesuré par son pouvoir calorifique ; c'est ce qui arrive, par exemple, pour beaucoup d'arts industriels ayant pour base un chauffage de chaudières et pour la cuisson de la pierre à chaux, du gypse, des briques, des tuiles, des poteries communes, etc. On observe toutefois, dans les contrées où le bois est depuis longtemps en possession de ces emplois, que le charbon de terre ne conquiert que très-lentement ces nouveaux débouchés, à mesure que les industriels consentent à faire les modifications nécessaires dans la disposition

de leurs ateliers, dans leurs habitudes de travail, etc.. et surtout à mesure que le renchérissement du bois assure au charbon de terre, sous le rapport économique, une supériorité plus prononcée.

Le chauffage domestique est certainement l'usage pour lequel les consommateurs sont le plus disposés à repousser la substitution du charbon de terre au bois. Cette disposition tient en grande partie à des habitudes et à des préjugés dont le temps peut seul triompher; elle résulte cependant, dans certains cas, de motifs qui, à pouvoir calorifique égal, assurent aux combustibles végétaux une préférence bien motivée. C'est ainsi, par exemple, qu'on a souvent besoin dans l'économie domestique, particulièrement pour la préparation des aliments, de développer, à des intervalles très-éloignés, de très-faibles quantités de chaleur. Le bois et surtout le charbon de bois, en raison de leur inflammabilité, remplissent parfaitement cette condition; il est au contraire fort difficile de l'obtenir avec le charbon de terre, qui ne peut rester en combustion que lorsqu'il est embrasé en grandes masses. L'emploi du charbon de terre oblige donc à développer constamment une quantité de chaleur excédant de beaucoup celle dont on a besoin, ce qui souvent balance et au delà l'élévation de prix des combustibles végétaux. Ainsi, à Paris, où l'emploi de la houille est établi depuis quatre siècles, on consomme encore beaucoup plus de combustibles végétaux que de houille pour la préparation des aliments, bien qu'il



existe entre les équivalents de ces divers combustibles les différences de prix indiquées ci-après (1) :

100 kilog. de houille de Mons ou de Valenciennes.	6 fr.	30 c.
200 kilog. de bois de chêne, sec, cordé.	10	55
105 kilog. de charbon de bois ordinaire.	19	95

Les faits que je viens d'exposer expliquent très-bien pourquoi le forgeage du fer et la deuxième fusion de la fonte sont jusqu'à ce jour le débouché principal des houillères du Donetz ; je pense en outre que d'ici à longtemps l'emploi du charbon de terre pour les autres usages ne sera exclusivement préféré à celui du bois que dans les villages avoisinant les exploitations. Quant au chauffage domestique dans les villes situées à proximité de la chaîne du Donetz, il continuera à être fondé essentiellement sur les combustibles végétaux : malgré la différence des climats et toute réserve faite concernant les quantités relatives de populations urbaines, cet emploi ne donnera que dans un avenir très-éloigné, aux houillères du Donetz, un débouché comparable à ceux qui sont créés aujourd'hui dans les Iles-Britanniques et dans plusieurs provinces de France et d'Allemagne.

Lorsqu'à la fin du siècle dernier, l'administration

(1) On prend pour point de départ de ces résultats les données suivantes : le stère ou le mètre cube de bois de chêne cordé, pesant 360 kil., vaut moyennement, rendu au bûcher du consommateur, 19 fr. ; le quintal métrique de charbon de chêne, tel qu'on l'emploie à Paris, vaut également 19 fr. La valeur attribuée à la houille est le prix du détail de la meilleure qualité dite *Flénu*.

des mines se décida à fonder des exploitations houillères dans la chaîne du Donetz, les obstacles qui s'opposent à un développement spontané de la consommation, et par suite de la production, se faisaient sentir encore plus vivement qu'aujourd'hui : on comprit très-bien que la question de production n'était que secondaire, et que la fondation projetée impliquait essentiellement la création préalable du débouché. On reconnut aussi que la Russie méridionale n'était pas appelée à lutter avec d'autres parties de l'empire pour ces grandes industries qui, ayant pour objet d'élaborer les soies, les cotons, les métaux précieux, les aciers, etc., tirent ordinairement leurs matières premières de provinces éloignées. On s'arrêta, en conséquence, avec beaucoup de raison, à fonder le débouché des houillères projetées sur une industrie ayant, dans le sol même, ses raisons d'existence. C'est dans ces vues que fut élevée l'usine de Lougane, qui devait convertir, à l'aide de la houille, les minerais du pays en fontes et en fers plus ou moins élaborés.

A l'époque où je visitai l'usine de Lougane, l'administration des mines, malgré quarante années d'efforts persévérants, n'avait pas encore obtenu tous les résultats qu'avaient espérés les fondateurs. Cet établissement a constamment péché par sa base même, puisqu'on n'a pu réussir encore à y fabriquer couramment des fontes de qualité convenable, même pour l'affinage ; il a cependant atteint son but jusqu'à un certain point, en élaborant, pour les besoins



du commerce et surtout pour les établissements maritimes de la mer Noire, les fontes et les fers bruts de Sibérie. Les fourneaux employés pour la deuxième fusion de la fonte et pour le réchauffage du fer y sont exclusivement alimentés par le combustible minéral : ainsi que le prouvent les chiffres présentés au commencement de ce paragraphe, ces ateliers forment le seul débouché réellement important acquis jusqu'à ce jour aux charbons de terre du Donetz.

Il ne m'appartient pas de porter un jugement sur l'avenir réservé à l'usine de Lougane : l'administration, qui l'a créée dans de hautes vues d'utilité publique, trouverait probablement convenance à la maintenir en activité, lors même que les résultats économiques ne rempliraient pas les conditions indispensables à un établissement d'industrie privée. Plusieurs détails, dus aux communications bienveillantes de l'administration, me portent à penser que la fonderie de Lougane est appelée à rendre de grands services au midi de l'empire, même en restant dans l'obligation de tirer de l'Oural les matières premières qu'elle élabore; cependant il conviendrait peut-être qu'elle modifiât le caractère de sa fabrication et qu'elle s'appliquât surtout à satisfaire aux demandes de l'industrie particulière, au lieu de pourvoir, comme elle l'a fait spécialement jusqu'à ce jour, aux besoins des arsenaux militaires de la mer Noire. Ainsi, par exemple, elle stimulerait d'une manière très-efficace la production de la houille, en fournissant à bas prix

aux exploitants les machines à vapeur et le matériel nécessaires pour l'épuisement et pour l'extraction; elle favoriserait singulièrement l'industrie agricole, en propageant l'usage des chaudières, des appareils distillatoires, de divers instruments d'agriculture, et de cette multitude d'objets de fonte et de fer qui doivent être façonnés à proximité du consommateur, et s'adapter à des convenances spéciales.

Dans l'hypothèse où elle continuerait à élaborer les métaux de Sibérie, l'usine me paraît au contraire mal située pour alimenter les arsenaux de Sévastopol. Les grands ports militaires réclament en effet deux catégories principales de produits; les uns, comme les projectiles, peuvent être fabriqués à l'avance et en grandes masses, sur un modèle donné, à une distance quelconque des ports; les autres doivent être fabriqués à l'instant où le besoin s'en fait sentir, et se plier à une foule de convenances qui se modifient à chaque instant dans un grand centre d'activité, ou qui se révèlent d'une manière inattendue. Placée en dehors de la route directe de l'Oural à la mer Noire, grevée de frais de transport inutiles sur le déchet des élaborations, l'usine de Lougane ne convient pas aussi bien que les forges de Sibérie pour la fabrication de la première classe de produits; elle est d'ailleurs à une distance trop grande des arsenaux de Sévastopol, pour remplir convenablement la seconde destination. Mais en supposant que ces observations soient fondées et que l'usine de Lougane dût perdre la clientèle des arsenaux de la mer Noire, elle n'en conserverait pas

moins, je le répète, même sur ses bases actuelles, de très-utiles conditions d'existence.

Pour apprécier l'avenir réservé à l'usine de Lougane, il ne serait pas exact de se fonder exclusivement sur le passé : rien n'autorise à affirmer qu'on ne pourra jamais fabriquer dans la chaîne du Donetz, des fontes et des fers avec les minerais et les charbons de terre du pays; tout se réunit au contraire pour motiver la conclusion opposée.

Ainsi que le prouvent les divers documents publiés comme appendice au chapitre III, plusieurs gîtes connus et exploités depuis longtemps dans les groupes de houillères de Licitchia-Balka, de la Lougane, du Toretz et du Donetz inférieur, peuvent livrer des cokes et des anthracites excellents pour la fabrication de la fonte, et des houilles parfaitement propres au puddlage. Plusieurs gîtes ferrifères, et notamment ceux de Goroditché, de Mal.-Ivanovka, de Goçoudarev-Bouérak, de Zacatinoï, etc., fournissent des minerais riches et d'excellente qualité; les travaux déjà exécutés permettent d'affirmer que plusieurs de ces gîtes de minerais suffiraient pendant un certain temps à alimenter un haut fourneau : enfin, les matériaux réfractaires ne manquent pas dans le pays, et n'ont même laissé rien à désirer dans les tentatives déjà faites. Selon toute apparence, les obstacles qui ont empêché jusqu'à ce jour d'établir à Lougane une fabrication régulière de fonte tiennent à des causes accidentelles, et pourront être surmon-

tés, si l'administration des mines juge convenable de persévérer dans la pensée qui a présidé à la fondation de cette usine.

Je pourrais donner des preuves très-plausibles à l'appui de cette assertion, en discutant toutes les circonstances qui se sont opposées à la réussite des diverses campagnes du haut fourneau de Lougane (1); je crois inutile, toutefois, d'insister sur ce sujet, vu que les considérations que j'aurais à présenter n'ont certainement pas échappé à la sollicitude constante de l'administration supérieure; cette digression m'écarterait, d'ailleurs, plus qu'il ne convient de mon objet principal. Je me bornerai à faire remarquer que la fabrication de la fonte au moyen du combustible minéral, dans une contrée nouvelle, avec des matières non encore éprouvées, présente plus de difficultés qu'on ne pourrait le présumer en lisant les descriptions techniques qui ont été faites de cette industrie : l'expérience a démontré que cette importation constitue un des problèmes les plus épineux de la métallurgie. On connaît les vicissitudes qui ont pré-

(1) Les premières tentatives ayant pour objet de fondre, au moyen du coke, les minerais du pays remontent à l'année 1800; elles furent fréquemment renouvelées, et toujours sans réussite, jusqu'à l'année 1807, sous la direction de M. Gascoyne. Après une longue période de chômage, M. Madeyski recommença infructueusement les mêmes essais, pendant les mois d'octobre et de novembre de l'année 1833. Enfin, les trois derniers essais furent tentés, sans plus de succès, en mars, en mai et en novembre de l'année 1835, sous la direction de MM. Schulmann et Ivanitzki. Plusieurs de ces campagnes ont duré moins d'un mois; la plus longue, qui a duré sept mois, a eu lieu pendant l'année 1807; toutes ont produit un métal blanc, caverneux, à peine fusible, qu'on n'a même pu soumettre à l'affinage.

cédé l'établissement définitif de cet art sur les bassins houillers de la Grande-Bretagne. Les commencements de la même industrie en France, en Belgique et en Allemagne ont encore été fort laborieux, bien que l'Angleterre pût alors fournir des modèles excellents et très-rapprochés. Je pourrais citer telle localité, où il n'a pas fallu moins de quinze années d'efforts continus pour surmonter tous les obstacles; les Anglais eux-mêmes ont, pendant longtemps, échoué à naturaliser cette fabrication sur plusieurs bassins houillers : c'est ainsi, par exemple, que dans des conditions très-favorables en apparence, plusieurs compagnies anglaises, pourvues des meilleurs moyens d'action, n'ont pu réussir, de 1775 à 1836, à fabriquer, dans l'usine d'Arigna (Irlande), des fontes de qualité convenable. A cette dernière époque, lorsque je visitai cette belle usine, elle commençait seulement, grâce à l'emploi de l'air chaud, à produire régulièrement des fontes de bonne qualité.

Il est donc évident pour moi qu'on pourra parvenir, avec du temps et de la persévérance, à fabriquer dans la chaîne du Donetz des fontes de qualité convenable pour le moulage ou pour l'affinage; mais je n'oserais affirmer que cette industrie soit appelée à y prendre un grand développement; il n'est même pas certain qu'elle puisse y trouver des conditions économiques assez avantageuses pour lutter avec succès contre les produits des forges situées sur les bords de l'Oka ou dans la chaîne de l'Oural. Sans entrer ici dans des calculs qui ne pourraient être basés que sur

des probabilités, je me bornerai à signaler succinctement les principaux motifs de la réserve que je crois devoir garder touchant cette importante question.

Je ne connais, dans la chaîne du Donetz, aucune localité réunissant les deux éléments principaux de la fabrication de la fonte et du fer; en sorte que la fabrication doit être au moins grevée des frais de transport de l'un de ces éléments. Les gîtes houillers ou ferrifères qui, en raison de leur importance, pourraient être choisis comme siége de l'usine à fer, sont, pour la plupart, assez éloignés de l'autre matière première; tous sont, d'ailleurs, mal placés pour communiquer régulièrement avec la mer Noire, qui serait le principal débouché d'une pareille usine. Si enfin, pour assurer ces communications pendant toute la saison où la mer d'Azov est navigable, on établissait l'usine sur le Donetz inférieur ou sur le Don, on se priverait de l'avantage d'extraire sur place au moins l'une des matières premières de la fabrication. Dans la position qui lui a été donnée, l'usine de Lougane, établie sur le terrain crétacé, loin des minerais de fer et des belles houillères de Licitchia-Balka et du Toretz, hors de la ligne de navigation du Donetz, à une grande distance du Don et de la mer d'Azov, réunit tous les inconvénients que je viens de signaler. Les avantages qu'on pouvait trouver dans plusieurs autres positions ont été sacrifiés à l'avantage très-douteux d'utiliser une force hydraulique déjà insuffisante dans les conditions actuelles, et qui serait tout

à fait insignifiante si la fabrication du fer était enfin introduite dans cette usine.

A la difficulté de satisfaire aux conditions économiques que je viens d'indiquer, se joint la difficulté plus grande encore de soutenir la concurrence des produits sibériens, qui, malgré un transport de 3,000 kilomètres environ, se vendent à très bas prix sur les marchés du Don, et peuvent même lutter avantageusement contre les fers anglais dans les provinces turques de l'Europe et de l'Asie Mineure (1).

(1) Les chiffres rapportés ci-après donneront une idée suffisante des admirables conditions dans lesquelles se trouvent placées les usines de l'Oural, soit pour produire la fonte et le fer, soit pour expédier ces produits dans le bassin de la mer Noire.

MM. les officiers des mines, préposés à la direction de la fonderie de Lougane, m'ont appris que l'on évaluait ainsi qu'il suit, dans cet établissement, le prix de revient des fontes sibériennes qu'on y élabore :

	par poud.		*par quint. mét.*	
	ro.	kop.	fr.	c.
Prix de vente sur les forges de l'Oural. . .	0	60	4	09
Transport des forges à Lougane. . . .	1	00	6	83
	1	60	10	92

D'après une moyenne de sept années, le propriétaire d'un des principaux groupes de forges de l'Oural pourrait vendre avec grand bénéfice, à Rostov sur le Don inférieur, une fonte de première qualité, aux conditions suivantes :

	ro.	kop.	fr.	c.
Prix de vente sur les forges.	1	•	6	83
Transport des forges à Rostov.	0	75	5	12
	1	75	11	95

Dans ce même groupe de forges, on évalue ainsi qu'il suit, dans la principale usine, le prix des 100 kilog. de matières premières, rendues au haut fourneau :

	fr.	c.
Charbon de bois.	1	15
Minerai de fer cassé et grillé, rendant 0,66 de fonte.	•	20

Dans plusieurs usines plus éloignées du minerai, mais situées à une

Tous les calculs que j'ai faits à ce sujet, en admettant les hypothèses les plus favorables, m'ont convaincu que, dans les conditions actuelles et sauf des circonstances que je ne puis prévoir, cet obstacle serait insurmontable pour un établissement privé. Je reconnais, au reste, qu'il en est tout autrement pour une usine domaniale, dans laquelle la condition de profit peut être fort convenablement subordonnée à de hautes considérations d'utilité publique; qui dispose d'un personnel qu'il faudrait rétribuer dans tous les cas, et dont les frais ne retombent pas à la charge de l'établissement, etc.

Il résulte de toutes ces considérations que l'industrie du fer, constituée sur ses bases actuelles ou reposant sur le traitement des minerais du pays, pourra continuer, sous l'influence tutélaire de l'administration, à offrir au charbon de terre son principal débouché; mais il est peu probable que cette industrie puisse se développer au delà de certaines

moindre distance des massifs boisés, le prix de revient des 100 kilog. de charbon de bois descend à 0 fr 78.

Tous les frais directs et indirects qui, dans le système d'administration des forges sibériennes, constituent le salaire d'un ouvrier, s'élèvent rarement à la somme de 1 franc par jour, même dans les travaux qui exigent un long apprentissage.

Enfin, d'après une moyenne de sept années, ces forges ont expédié leurs produits vers la Baltique et la mer d'Azov, aux conditions suivantes :

	Distance totale parcourue, en kilom.	Prix total pour 1,000 kilom.	Prix par 1,000 kilog. et par kilom.
		fr.	fr.
Des forges à Saint-Pétersbourg. .	2,950. . .	64 80. .	0 022
—— à Taganrog.	2,930. . .	56 20. .	0 019

limites assez restreintes; il est douteux surtout que des exploitants particuliers trouvent jamais avantage à suivre l'exemple donné par cette administration. Il n'y a donc pas lieu d'espérer que la fabrication ou l'élaboration du fer puissent fournir le moyen d'étendre, dans une grande proportion et dans un prochain avenir, les débouchés des houillères du Donetz.

On peut résumer ainsi qu'il suit les considérations que je viens de présenter touchant les débouchés locaux des houillères du Donetz. Les charbons de terre ne peuvent employer que des routes de terre pour rayonner dans la contrée environnante; le périmètre de la zone de consommation ne peut donc s'étendre beaucoup au delà des limites actuelles. Dans ces limites mêmes, la consommation doit sans doute s'accroître chaque année; mais cet accroissement sera nécessairement subordonné au progrès lent et graduel d'une population exclusivement agricole. L'industrie du fer elle-même, principal débouché acquis aujourd'hui aux charbons de terre du Donetz, sera insuffisante, même dans l'hypothèse la plus favorable, pour porter la consommation locale au niveau de la puissance de production des houillères actuelles.

On est conduit à une conclusion tout opposée quand on étudie la seconde catégorie de débouchés : il semble que la consommation de la houille est appelée à prendre prochainement une grande extension

dans le bassin de la mer Noire, et qu'il en pourrait résulter une cause puissante d'encouragement pour les houillères du Donetz.

A ce sujet, le passé peut être cité comme garantie de l'avenir : la consommation de la houille dans le bassin de la mer Noire était à peu près nulle il y a douze ans; or les recherches que j'ai faites pendant mon séjour en Russie auprès de personnes bien informées, et que j'ai poursuivies depuis lors à d'autres sources d'information, m'ont conduit à évaluer approximativement à 90,000 quintaux métriques la consommation du bassin de la mer Noire en 1839. Cet accroissement est incomparablement plus rapide que celui de la consommation locale du Donetz, puisque, pendant la même période, cette dernière consommation est restée à peu près stationnaire. Il suffit d'avoir parcouru même rapidement la Russie méridionale pour concevoir les causes de ce progrès, et pour prévoir qu'il doit encore s'accélérer à l'avenir.

L'essor inouï de l'agriculture dans la steppe pontique, et le développement des populations urbaines dans les ports tels qu'Odessa, Kherson, Théodosie, Kertch, etc., qui en exportent les produits, ont nécessairement eu pour résultat de propager l'emploi de la houille soit dans les petites forges, soit dans plusieurs autres ateliers dont le nombre est en proportion directe avec la population. La navigation à vapeur, qui, dès 1837, établissait des communications régulières entre Odessa, Constantinople, Sévastopol, Yalta, Théodosie, Kertch, les ports du Danube inférieur, etc.,

assure désormais à la houille un débouché exclusif d'une haute importance. Les grands ports de commerce tels qu'Odessa ne peuvent développer toute leur activité que s'ils sont pourvus d'usines ayant pour objet la deuxième fusion de la fonte, l'élaboration des fers et aciers, la construction et la réparation des machines à vapeur. Ces mêmes ateliers, sur une plus grande échelle, sont également nécessaires aux arsenaux militaires de Nicolaïev et de Sévastopol. Or, pour tous ces usages, le charbon de terre est encore plus indispensable qu'il ne l'est dans la région du Donetz et du Don, parce que le bois est généralement dans le bassin de la mer Noire à un prix beaucoup plus élevé.

Le port d'Odessa, principal centre de commerce et de consommation pour les combustibles, sur le littoral de la mer Noire, est situé sur une steppe entièrement privée de forêts; le bois de chauffage qu'on y consomme est tiré de plusieurs massifs boisés qui existent encore en Bessarabie, ou est amené, par la navigation maritime, de la côte méridionale de Crimée : les prix du bois et de la houille peuvent y être établis ainsi qu'il suit (1) :

100 kilog. de houille.	4 fr. 10 c.
200 kilog. de bois équivalant à 100 kilog. de houille. .	5 36

(1) Le prix de la sagène cubique de bois de chauffage de Bessarabie ou de Crimée varie à Odessa, selon les besoins et la quantité des arrivages, de 70 à 100 ro. ass. J'admets que le prix moyen est 80 ro., et que le mètre cube pèse 350 kilog.

Le prix courant de la houille anglaise, à Odessa, a été moyennement de 60 kop. ass. par poud, pendant les années 1836, 1837 et 1838.

S'il est vrai, comme me l'ont affirmé plusieurs personnes compétentes, que les forêts qui alimentent aujourd'hui le littoral ne sont soumises à aucun régime régulier de reproduction, le prix du bois, qui atteint déjà, dans certains moments de hausse, le taux élevé de 7 fr. 60, augmentera inévitablement d'année en année. La houille doit donc envahir chaque jour les débouchés jusqu'à présent acquis au bois; et cette substitution doit avoir lieu particulièrement dans le chauffage domestique et dans certains arts tels que la cuisson de la chaux, le chauffage des chaudières, les distilleries, etc.

Malheureusement cet essor de la population, de l'industrie et du commerce dans le bassin de la mer Noire, a jusqu'à présent été sans fruit pour les houillères du Donetz : les charbons de terre de cette contrée n'ont encore paru que pour essai dans la mer Noire; et tout ce grand foyer d'activité reste, comme celui de la mer Baltique, exclusivement fondé sur l'emploi des houilles importées des pays étrangers. Il est même aisé de prévoir que les mines de la Grande-Bretagne, et peut-être celles du midi de la France, profiteront seules des débouchés nouveaux qui s'ouvrent chaque année dans le midi de l'empire, tant que les conditions actuelles du commerce des houilles ne seront pas modifiées. C'est véritablement dans ces circonstances que réside toute la question du débouché des charbons de terre du Donetz : je crois donc utile d'y insister d'une manière toute particulière; de rechercher les causes qui ont déterminé

l'état actuel de ce commerce dans le bassin de la mer Noire; enfin de motiver les assertions que j'émets relativement à l'avenir.

Il existe sur les côtes occidentale et orientale de la Grande-Bretagne un assez grand nombre de ports où les navires peuvent acheter à bas prix des houilles extraites des bassins carbonifères adjacents à la côte. Les chiffres suivants indiquent approximativement, pour les dernières années, le prix moyen du quintal métrique de houille chargée à bord des navires, dans les ports indiqués ci-après :

	fr. c.
Côte occidentale d'Écosse : Glascow, Irvine, Ayr, etc.	0 88
— du Cumberland : Whitehaven, Workington, Maryport. . . .	0 85
Embouchure de la Mersey : Liverpool, ports du Flintshire.	0 95
Côte du pays de Galles et embouchure de la Severn : Kidwelly, Llanelly, Swansea, Neath, Aberavon, Cardiff, Newport, Bristol, etc. .	0 80
— de Durham et de Northumberland : Stockton, Sunderland, Shields, Newcastle.	0 94
— orientale d'Écosse : ports du Forth.	0 85

On peut donc admettre en nombre rond que les navires anglais en destination pour la mer Noire peuvent aisément se procurer la houille, sur l'une ou l'autre des côtes de la Grande-Bretagne, au prix de 1 franc le quintal métrique. D'un autre côté, le prix de vente de la houille anglaise à Odessa, pendant les dernières années, ayant été de 4 fr. 10, on doit établir ainsi qu'il suit le prix de revient sur cette place :

	fr. c.
Achat dans les ports anglais.	1 00
Transport de la Grande-Bretagne à Odessa.	3 10
	4 10

Je démontrerai plus loin que les exploitations du Donetz ne pourraient conquérir dès aujourd'hui et d'une manière permanente tout le marché de la mer Noire que dans le cas où leurs produits seraient payés à Odessa au prix de 5 francs les 100 kilogrammes, ou de 73 kopeks ass. le poud. Le rapprochement de ces deux chiffres explique suffisamment pourquoi les houilles de la Grande-Bretagne ont interdit jusqu'à ce jour aux houilles du Donetz tout accès régulier dans la mer Noire.

Les motifs suivants me portent à penser que, dans le cours naturel des choses, les houilles anglaises doivent toujours lutter avec une supériorité décidée contre les houilles du Donetz. Le progrès des moyens d'exploitation, la diminution du fret entre Taganrog et Odessa, et diverses autres circonstances permettront peut-être par la suite aux exploitants du Donetz, de vendre leurs houilles à Odessa au-dessous du prix de 5 francs, que je regarde comme nécessaire aujourd'hui. Selon toute vraisemblance, ce prix pourra même descendre un jour au-dessous du cours actuel des houilles anglaises; toutefois cette réduction me paraît devoir rester beaucoup au-dessous de celle que peut subir le taux actuel du fret depuis la Grande-Bretagne jusqu'à Odessa. En effet, les navires anglais qui viennent chercher dans la mer Noire les blés,

les graines, les suifs, etc., n'ont à apporter, en allant chercher ces marchandises encombrantes, qu'un très-faible tonnage de denrées coloniales et d'objets manufacturés; le fret total du voyage étant payé par ces derniers et surtout par la cargaison de retour, les navires peuvent prendre la houille comme lest, et, au besoin, se contenter sur cet article du fret le plus modique. Le commandant d'un petit navire de 250 tonneaux me disait à Odessa, qu'au départ de la Grande-Bretagne il préférerait, dans beaucoup de cas, la houille au lest proprement dit, lors même qu'il ne réaliserait sur ce premier article que 1,500 francs de produit net par voyage, ce qui réduirait à 0 fr. 60 le fret de 100 kilogrammes de houille. Il me paraît évident que, dans la direction actuelle du commerce, aucune réduction analogue ne pourra jamais être faite sur le fret des houilles du Donetz, depuis Taganrog jusqu'à Odessa, puisque ces houilles devraient être transportées sur la mer Noire et sur la mer d'Azov dans le même sens que les marchandises encombrantes.

Une autre concurrence pourra encore contribuer, dans un avenir rapproché, à restreindre les houilles du Donetz à leurs débouchés locaux. Le district carbonifère d'Alais, dans la France méridionale et à 70 kilomètres seulement de la Méditerranée, est, de tous les grands bassins houillers de l'Europe occidentale, le mieux situé pour fournir le charbon de terre au littoral de cette mer. Enclavé au milieu de la chaîne des Cévennes, et éloigné des voies naturelles

de communication de cette partie de la France, il était à peine connu au commencement de ce siècle. Les premières exploitations régulières, ouvertes en 1809, restèrent longtemps languissantes, faute de débouchés; mais elles ont acquis beaucoup d'importance depuis la création de deux grandes usines à fer, et surtout depuis l'achèvement du chemin de fer d'Alais à Beaucaire, livré à la circulation depuis la fin de l'année 1840. Cette voie de communication. à la fois politique et industrielle, joint aujourd'hui la Méditerranée aux principales mines du bassin d'Alais, et paraît devoir donner à la production de la houille une impulsion toute nouvelle. Au reste, les faits indiqués ci-après permettent de juger de l'avenir réservé à ce grand centre d'industrie minérale.

Jusqu'à ce jour, on a institué, dans la partie du bassin où le terrain houiller se montre à découvert, vingt-deux concessions de mines ayant une surface totale de 22,394 hectares; on sait, en outre, que le terrain houiller se prolonge en dehors de ces limites au-dessous de terrains plus modernes.

La plupart des mines renferment des couches de charbon nombreuses et puissantes, placées dans des conditions extrêmement favorables pour l'exploitation. Les travaux, qui ne se sont encore développés qu'au-dessus du niveau des eaux, ont déjà fait reconnaître, dans diverses concessions, les épaisseurs moyennes de charbon indiquées ci-après :

Mine de la Grand'Combe.	54 mètres.
— de Rochebelle.	18

Mine de Robiac.	17	mètres.
— de Portes.	17	
— de Comberedonde.	1	
— de Lalle.	10	
— de Saint-Jean de Valeriscle. . .	9	80
— de Trescol.	8	75
Etc.		

La plupart de ces charbons sont de bonne qualité; le prix moyen de vente pour toutes les mines ne s'élève pas au-dessus de 0 fr. 65 par quintal métrique, et assure néanmoins aux exploitants un bénéfice convenable.

L'extraction de la houille dans la seule partie de ce bassin située dans le département du Gard a présenté la progression suivante :

	quint. mét.		quint. mét.
1833.	639,000	1837.	1,024,000
1834.	734,000	1838.	1,268,000
1835.	463,000	1839.	1,499,000
1836.	644,000	1840.	1,856,000

Il est naturel de penser que, dans les conditions actuelles, les houilles de ce bassin, l'un des plus riches de l'Europe, pénétreront prochainement sur les marchés de la Méditerranée : selon toute apparence, les exploitants pourraient dès aujourd'hui livrer la houille, à l'embouchure du Rhône, au prix de 1 fr. 60, aux navires français, génois, toscans, grecs et autrichiens, qui vont, souvent sur lest, chercher dans la mer Noire et jusqu'à Taganrog les blés destinés aux entrepôts de Livourne, de Gênes et de Marseille.

Après avoir indiqué les circonstances qui permettent aujourd'hui aux mines étrangères d'alimenter exclusivement le bassin de la mer Noire, je vais motiver l'un des chiffres que j'ai précédemment avancés, et examiner les conditions dans lesquelles se trouvent placées les mines du Donetz pour expédier leurs charbons de terre sur le marché d'Odessa. A cet effet, je rechercherai successivement à quel prix ces mines pourraient livrer la houille sur place en réalisant un bénéfice convenable ; quelles voies ce combustible devrait suivre depuis les mines jusqu'à Odessa ; enfin quel serait le prix de ce transport. Comme ces calculs comprennent toujours quelques données arbitraires, je m'attacherai à maintenir mes évaluations plutôt au-dessus qu'au-dessous de la réalité, afin que le prix de vente auquel je serai conduit puisse être considéré comme une limite supérieure qui ne serait pas dépassée si les houilles du Donetz pouvaient pénétrer sans concurrence dans le bassin de la mer Noire.

Le prix de vente du quintal métrique de houille sur le carreau des mines varie aujourd'hui de 0 fr. 68 à 1 fr. 50 ; les mines du huitième groupe, par des causes qui me sont inconnues, ont pu même porter autrefois leur prix de vente jusqu'à 2 francs. Les prix les plus ordinaires sont compris entre 0 fr. 90 et 1 franc ; mais on doit désirer qu'ils montent un peu au-dessus de ce cours. En effet, s'il était nécessaire de donner à l'extraction de la houille une impulsion

décisive, le prix de revient s'élèverait nécessairement (1), du moins dans les premières années. La plupart des mines actuelles ne pourront suffire à une production plus considérable et plus régulière

(1) Cette considération capitale a été méconnue par les auteurs qui, à ma connaissance, ont porté un jugement sur l'avenir des houillères du Donetz. La plupart de ceux-ci ont admis que les grossières méthodes de travail suivies par les paysans, qui sont aujourd'hui à la fois ingénieurs et ouvriers dans les exploitations particulières, pourraient être remplacées avantageusement, eu égard au prix de revient du charbon, par des méthodes plus perfectionnées. Cette assertion est erronée, surtout si l'on suppose que les houilles du Donetz restent exclues des marchés de la mer Noire. Les exploitants qui, dans l'état actuel des débouchés, tenteraient d'introduire dans la contrée du Donetz, au moyen d'ouvriers étrangers, les méthodes suivies dans l'ouest de l'Europe, s'exposeraient certainement à de graves mécomptes. La méthode actuelle du Donetz, si l'on peut donner un nom à pareille chose, est en effet très-grossière et très-condamnable en ce qui concerne la sûreté des ouvriers et surtout l'intérêt de l'avenir ; mais elle remplit parfaitement la condition de produire aujourd'hui le charbon au moindre prix possible. Elle atteint ce but principalement en réduisant à sa plus simple expression le capital industriel, et en supprimant complétement les frais généraux.

Cette méthode, commandée par la nature des choses dans une contrée où les débouchés, presque insignifiants et très-disséminés, ne comportent pour chaque houillère qu'une très-faible extraction annuelle, a, du reste, été suivie également, à l'origine des exploitations houillères de l'Europe occidentale. Elle a malheureusement pour résultat de faire gaspiller successivement tous les massifs de charbon qui peuvent être atteints au-dessus du niveau des eaux. On peut voir en effet, en consultant le *Tableau général des gîtes et des couches de charbon de terre* (chapitre III), que beaucoup de mines, exploitées d'abord avec une certaine activité, ont été successivement abandonnées, à une très-faible distance de la surface. En poursuivant les mêmes couches à de plus grandes profondeurs, les exploitants n'auraient pu soutenir la concurrence des houillères assez nombreuses où l'on peut encore se dispenser d'extraire les eaux souterraines. C'est ce qui est arrivé, par exemple, aux mines aujourd'hui abandonnées de Privolnoé, d'Orlovka-Balka, de Céleznevka, de Nijni-Cébriakov, de Diédova, de Krinskoï, de Mokrologskoï, de la Nesvitaï, etc. Telle est aussi la cause qui a déjà fait déchoir les mines autrefois assez importantes de Biéloé, d'Ouspenskoé, de Gélieznoé, de Zaïtzova, de Chterbinovski, etc.

qu'en portant les travaux au-dessous du niveau des eaux, ce qui exigera qu'elles emploient des machines à vapeur, des pompes, des puits mieux disposés, etc. L'achat et l'entretien de ce matériel grèveront singulièrement une production qui ne pourra d'ailleurs s'accroître que d'une manière graduelle. Les calculs auxquels je me suis livré, dans l'intérêt de l'exploration qui m'était confiée, m'ont même prouvé que la création d'exploitations sur ce nouveau système serait presque impossible, s'il fallait tirer des pays étrangers le matériel nécessaire, et si le gouvernement ne prenait des mesures pour le faire livrer, à un prix modéré, par l'usine de Lougane.

Enfin, il faut considérer encore que les houilles indigènes ne pourront remplacer convenablement les excellentes houilles anglaises que l'on consomme aujourd'hui dans le bassin de la mer Noire, que si elles sont choisies avec soin; qu'on en devra exclure par conséquent les variétés pyriteuses et terreuses qui sont malheureusement fort abondantes dans la chaîne du Donetz.

Par ces divers motifs, les charbons de terre de qualité supérieure destinés au marché de la mer Noire, devront être payés au moins 1 fr. aux exploitants, sur les mines les mieux situées : sans cette condition indispensable, ceux-ci ne seraient pas encouragés à les produire, en quantité suffisante, avec des moyens plus perfectionnés et plus puissants que ceux qu'on emploie aujourd'hui. Le prix de vente devra même être porté à 1 fr. 50 dans les localités les moins favorisées, où

l'on ne connaît que des couches minces et d'une exploitation dispendieuse.

La plupart des mines de la chaîne du Donetz ne peuvent employer que des routes de terre pour amener leurs combustibles au Don, à la mer d'Azov ou au Dniéper; de toutes les mines qui sont ou ont été exploitées, celles de Licitchia-Balka, dans le deuxième groupe, et de Krinskoï, dans le sixième, sont les seules qui pourraient employer exclusivement la navigation fluviale pour expédier leurs combustibles à la mer d'Azov; mais la plupart des exploitations pourraient peut-être, après un premier transport par charretage, employer en partie la voie du Donetz, du Don et du Dniéper pour transporter leurs combustibles jusqu'à la mer. Pour déterminer le choix qu'il conviendrait de faire entre ces diverses voies, il faut d'abord rechercher quel serait le prix des transports sur chacune d'elles.

Pour me rendre compte des prix de transport par charretage, je me suis procuré, par les soins de M. Kolounoff, intendant du comptoir de MM. de Démitoff à Taganrog, les conditions d'un grand nombre de contrats passés pour le transport de divers produits dans toutes les circonstances favorables ou déforables à ce genre d'industrie. J'ai coordonné dans le tableau suivant les résultats relatifs à la plupart des cas qui se présentent ordinairement.

NATURE des objets transportés.	POIDS totaux à transporter, pour lesquels le marché a été passé.	DISTANCES à parcourir.	PRIX PAYÉS pour le transport total.	PRIX calculés par 1,000 kilogram. et par kilomètre.	OBSERVATIONS.
	pouds.	verstes.	ro. ass.	fr. mil.	
Blé.............	2,000	160	1,000	0 202	Trainage à chevaux. — Circonstances défavorables au trainage. – Fourrage cher.
Id.............	2,000	160	900	0 182	Trainage chevaux. — Circonstances assez favorables. Moyens de transports rares et chers.
Id.............	12,000	160	4,800	0 162	Trainage à bœufs. — Chemins passables. — Pâturages peu abondants. — Moyens de transports très-demandés.
Charbon.........	15,000	240	7,500	0 155	Télègues à bœufs. — Prix élevé, payé pour l'approvisionnement des forteresses du Caucase.
Suif............	500	160	175	0 142	Idem. — Chemins mauvais. — Pâturages assez bons.
Blé.............	1,000	160	350	0 142	Idem. Id. Id.
Id.............	6,000	180	2,400	0 141	Idem. — Bons chemins. — Bons pâturages. — Transports très-demandés, vu la hausse du blé à Taganrog.
Id.............	1,500	240	750	0 135	Trainage à bœufs. — Circonstances favorables. — Moyens de transport assez demandés.
Id.............	3,000	170	1,050	0 133	Télègues à bœufs. — Bons chemins.
Id.............	2,500	170	875	0 132	Idem. Id. Id.
Articles de pharmacie...... ...	50	1,751	175	0 130	Trainage à chevaux de St-Pétersbourg a Lougane. — Circonstances favorables.
Blé.............	10,000	160	3,000	0 122	Télègues à bœufs. — Très-bons chemins. — Abondants pâturages. — Transports actifs, demandés.
Laine...	1,500	160	450	0 121	Idem. Id. Id.

Suite.

NATURE des objets transportés.	POIDS totaux à transporter, pour lesquels le marché a été passé.	DISTANCES à parcourir.	PRIX PAYÉS pour le transport total.	PRIX calculés par 1,000 kilogram. et par kilomètre.	OBSERVATIONS.
(*Suite*)	pouds.	verstes.	ro. ass.	fr. mil.	
Blé.............	3,000	170	900	0 114	Télègues à bœufs — Très-bons chemins. Abondants pâturages. — Transports actifs demandés.
Id.............	3,000	180	950	0 113	Idem. — Bons chemins et bons pâturages. — Transports actifs, vu la fermeture prochaine de la navigation.
Id.............	15,000	240	6,000	0 108	Idem — Bons chemins. — Excellents pâturages. — Transports assez demandés.
Id.............	10,000	240	4,000	0 108	Idem. Id. Id.
Laine...........	500	300	250	0 097	Idem.—Très-bons chemins. —Bons pâturages.—Transports peu demandés.
Blé.............	5,000	180	1,250	0 089	Idem. — Bons chemins. — Transports peu demandés.
Id.............	10,000	300	4,000	0 086	Idem. Id. Id.
Graine de lin.....	15,000	300	6,750	0 086	Idem. Id. Id.
Id.........	10,000	300	4,000	0 086	Idem. Id. Id.
Houille..........	15,000	210	3,750	0 077	Idem. — Conditions très-favorables: le 2e prix est payé régulièrement par l'administration, pour l'approvisionnement de la fonderie de Lougane.
Id...........	50,000	85	5,000	0 075	
Blé.............	5,000	645	3,500	0 071	Idem. — Bons chemins et bons pâturages. — Transports très-peu demandés.
Id.............	5,000	645	3,250	0 066	Idem. Id. Id.
Charbon de bois..	5,000	210	1,000	0 062	Idem. Id. Id.
Blé.............	15,000	160	2,250	0 061	Idem. Id. Id.
Id.............	5,000	645	3,000	0 060	Idem. Id. Id. C'est l'un des moindres prix qui aient jamais été payés dans le pays.

Il résulte des renseignements consignés dans le tableau précédent que, dans des circonstances moyennement favorables, les transports par charretage se font dans la contrée du Donetz à raison de 0 fr. 11 par 1,000 kilogrammes et par kilomètre; on peut même, dans certains cas, passer des contrats pour des quantités considérables de matières à transporter, au taux de 0 fr. 075 (1). Le prix moyen de 0 fr. 11 est inférieur aux tarifs établis sur la plupart des chemins de fer, même pour le transport des denrées agricoles : ainsi se trouvent justifiées les assertions précédemment émises (pages 11, 36 et 364), savoir, qu'une réunion de circonstances naturelles, éminemment favorables aux transports, assure à la Russie méridionale les mêmes avantages qu'on n'a pu obtenir dans l'ouest de l'Europe qu'à force d'art et au prix d'immenses sacri-

(1) Tel est, par exemple, le prix payé par l'administration des mines pour le transport du charbon de terre, depuis les mines de Licitchia-Balka jusqu'à la fonderie de Lougane; à ces conditions, les entrepreneurs sont autorisés à ne faire les transports que pendant trois mois au plus, partie au printemps, avant la récolte des foins et des céréales, partie à l'automne, dans l'intervalle compris entre les récoltes et le commencement de la mauvaise saison. Les télègues, attelés de deux bœufs, portent 820 kilog.; un homme conduit ordinairement trois télègues. Il faut environ trois jours pour parcourir la distance de 90 kilomètres qui sépare les mines de Licitchia-Balka de la fonderie de Lougane; le retour exige le même nombre de jours; en sorte que chaque train de télègues ne peut faire qu'un voyage par semaine.

Pour justifier la comparaison que j'ai établie entre les transports de la Russie méridionale et ceux de l'ouest de l'Europe, il ne sera pas inutile de rappeler qu'en France le roulage ordinaire sur les bonnes routes coûte généralement 0 fr. 20; que, sur les chemins de fer de France, de Belgique et de Grande-Bretagne, le prix moyen du transport des marchandises ordinaires s'élève à 0 fr. 12, dont 0 fr. 05 environ sont absorbés par les frais de traction.

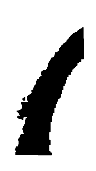
fices. Il est essentiel de remarquer, toutefois, que ce faible prix des transports suppose qu'il y ait un certain équilibre entre le travail auquel ils donnent lieu et les ressources que présente la contrée en population agricole, en bestiaux, en pâturages, etc.; en sorte que les prix s'élèveraient inévitablement dès que les exploitations houillères commenceraient à prendre plus de développement. Pour rester dans les conditions du *prix maximum* que je cherche à établir, il me semble donc convenable de faire entrer en ligne de compte la hausse probable des prix de transport, et d'évaluer la moyenne de ces prix à 0 fr. 14 par tonne et par kilomètre. C'est d'après cette base que j'ai fait les calculs dont je présenterai plus loin les résultats. J'ai d'ailleurs évalué approximativement la distance à parcourir en ajoutant un dixième, pour les détours, à la longueur de la ligne droite tirée entre les points de départ et d'arrivée.

Il est plus difficile de se rendre compte des frais de la navigation fluviale, sur le Donetz et sur la partie du Don comprise entre l'embouchure du Donetz et la mer d'Azov. Bien que j'aie passé, sur les rives du Donetz, une grande partie de l'été de 1837, je n'ai pu recueillir, auprès des habitants de la vallée, aucun renseignement à ce sujet; je ne me rappelle même pas y avoir vu naviguer une seule barque chargée de marchandises. Des sables encombraient en beaucoup de points le lit de la rivière, qui ne débitait qu'un assez faible volume d'eau; si l'année 1837 n'a pas été ex-

ceptionnelle. ces causes me paraissent devoir s'opposer ordinairement, pendant la saison sèche, à la navigation régulière de barques d'un certain tonnage (1). Les froids rigoureux qui règnent pendant cinq mois empêchent, d'ailleurs, par une autre cause, toute navigation pendant l'hiver.

A ce sujet, je relèverai encore l'exagération où sont tombés plusieurs auteurs, en parlant des ressources que le Donetz peut offrir pour une navigation permanente. A proprement parler, le Donetz ne peut être classé parmi les rivières navigables de l'empire : la navigation n'y est facile que pendant le premier printemps, et cette propriété lui est commune avec la plupart des cours d'eau de la Russie. L'épaisse nappe de neige qui pendant l'hiver favorise à un si haut degré les transports par traînage, produit, en se liquéfiant au printemps, un véhicule encore plus actif et plus économique, mais essentiellement temporaire. C'est, par exemple, dans ces conditions que les grands cours d'eau du revers occidental de l'Oural, la Tchoussovaïa, l'Oufa, la Biélaïa, etc., charrient en avril vers la Kama, affluent du Wolga, les métaux produits pendant toute la campagne précédente, dans les usines sibériennes. Je doute fort qu'une navigation permanente, due à des travaux de canalisation, pût remplacer avantageusement dans ces rivières la navigation torrentielle du printemps ou du moins payer les frais qu'entraîneraient de pareils travaux. Ce doute me

(1) Voir les considérations présentées, chapitre II, page 179.



paraît encore plus motivé pour le Donetz où l'importance des exportations annuelles de houille resterait pendant longtemps au-dessous de celle qui est acquise aujourd'hui aux expéditions faites par les usines sibériennes.

Je concevrais difficilement que le gouvernement jugeât convenable d'entreprendre, dans le lit de cette rivière, les travaux de canalisation qu'on a signalés comme d'une exécution prochaine dans plusieurs mémoires que j'ai sous les yeux ; il y a donc lieu de s'étonner qu'un auteur, bien informé sur plusieurs points, mais singulièrement abusé sur celui-ci, ait pu avancer que ces travaux étaient déjà accomplis en 1837 (1).

Par ces motifs, il me semble convenable d'admettre que, pendant longtemps encore, les transports ne pourront se faire sur le Donetz qu'au premier printemps, par les mêmes moyens qui ont été essayés, en 1836, en 1838, en 1839, et qui, sans doute, ont encore été employés depuis cette époque, pour amener à Rostov les houilles de Licitchia-Balka. D'après les renseignements qui m'ont été communiqués par MM. Gourieff et Borisoff, qui ont entrepris ces divers essais, les frais se seraient moyennement élevés à 0 fr. 023 par 1000 kilogrammes et par kilomètre ; la

(1) Dans un article intitulé : *de l'Expédition scientifique de M. de Démidoff dans le midi de la Russie*, on lit la phrase suivante : « Le corps des « ingénieurs des ponts et chaussées ne resta pas en arrière de ce mouvement « général des administrations, et l'on vit le Donetz rendu d'une navigation « facile par les soins des ingénieurs de ce corps. » (Journal français *le Temps*, numéro du 28 juillet 1837.)

distance étant mesurée dans le lit de la voie navigable.

Pour juger des frais de transport par eau dans le système de navigation usité en Russie, on peut encore se reporter aux résultats indiqués ci-dessus (page 383) touchant le transport des métaux sibériens. Les prix de transport entre l'Oural d'une part, et de l'autre la Baltique et la mer d'Azov, peuvent être respectivement évalués à 0 fr. 022 et à 0 fr. 019. Ces prix correspondent à peu près à ceux qu'on paye ordinairement en France sur les meilleures rivières navigables pour les transports à la descente, lorsque les bateaux sont employés de nouveau pour la navigation en sens contraire. Je doute cependant que, dans la navigation torrentielle du Donetz, on puisse aisément faire remonter les barques au point de départ; et il est probable qu'on en tirera un meilleur parti en les vendant à Rostov, comme vieux bois.

En prenant tous ces faits en considération, il me semble plausible d'admettre que les frais de transport par eau entre les mines et la mer, par le Donetz et le Don, ne pourront guère descendre au-dessous de 0 fr. 020; je supposerai également que ce prix s'applique aux distances beaucoup moindres que certaines houilles pourront parcourir à la descente, soit sur le Don, soit sur le Dniéper.

Les transbordements que les houilles ont à subir pour changer de voie entraînent encore des frais dont il faut tenir compte, et qui consistent dans la

main-d'œuvre qu'exige cette manipulation, et dans le déchet et la pulvérisation qui en résultent : j'évaluerai approximativement à 0 fr. 10 les frais de chaque transbordement.

Le fret depuis Taganrog et Marioupol, qui seraient les ports d'expédition des houilles du Donetz, jusqu'aux principaux ports de la mer Noire, peut être approximativement évalué aux taux suivants, d'après la moyenne des dernières années :

		fr.	c.
de Taganrog	à Kertch.	1	21
—	à Sévastopol.	2	18
—	à Odessa.	2	35
—	à Anapa.	2	52
—	aux ports de Mingrélie.	3	02
—	à Trébizonde.	3	02

Les barques qui transportent la houille du Donetz supérieur à l'embouchure du Don doivent s'arrêter à Rostov; il est rare, d'un autre côté, que les navires qui font la navigation de la mer d'Azov, et surtout de la mer Noire, puissent franchir les bas-fonds qui barrent les embouchures du Don : il faut donc ordinairement recourir à de petites alléges jaugeant moins de 100 tonneaux, et qui transportent les marchandises de Rostov à Taganrog à un prix qui varie de 0 fr. 33 à 0 fr. 67, et que j'estimerai moyennement à 0 fr. 50.

Je ne connais pas le prix du fret de Kherson à

Odessa; mais comme la distance de ces deux dernières villes est plus que double de celle qui sépare Rostov de Taganrog, il me paraît que le fret de 100 kilogrammes ne peut guère être évalué au-dessous de 0 fr. 70.

La navigation est interrompue chaque année pendant six mois sur la mer d'Azov par les glaces de l'hiver : il faudrait donc que les consommateurs placés sur le littoral de la mer Noire gardassent moyennement six mois en magasin le combustible nécessaire à leur consommation annuelle; cette nécessité entraînerait encore une dépense égale à 3 pour 100 de la valeur des houilles rendues en magasin.

En tenant compte de toutes les circonstances que je viens d'indiquer, on pourrait estimer à peu près, comme l'indique le tableau suivant, le prix de revient, à Odessa, des houilles que fourniraient les mines ouvertes jusqu'à ce jour dans la chaîne du Donetz.

NOM de la mine d'où provient le combustible.	DISTANCE approximative à parcourir (en kilomètres) par charretage.	par navigation fluviale.	par mer.	Nombre de transbordements.	PRIX DE REVIENT du q. m. de charbon de terre rendu à Odessa. Achat sur la mine.	Transport.	Transbordement.	Frais de conservation.	TOTAL.	INDICATION de la ligne à parcourir.
	kil.	kil.	kil.		f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	
1er groupe.										
Pétrovskaïa.....	170	380	150	2	1 10	3 84	0 20	0 15	5 29	Ekaterinoslav, le Dniéper, Kherson, la mer.
2e groupe.										
Licitchia-Balka.	»	590	960	2	1 00	4 05	0 20	0 16	5 59	Donetz, Don, Rostov, Taganrog, mer.
Id......	220	»	900	1	1 00	5 45	0 10	0 20	6 73	Taganrog, mer.
Orlovka-Balka..	3	582	960	3	1 20	4 05	0 30	0 16	5 71	Donetz, Don, Rostov, Tagan., mer.
Privolnoé......	3	600	960	3	1 20	4 09	0 30	0 16	5 75	Id.
3e groupe.										
Anninskoé.....	160	»	900	1	1 10	4 59	0 10	0 17	5 96	Taganrog, mer.
Biéloé..... ...	158	»	900	1	1 30	4 56	0 10	0 18	6 14	Id.
Ouspenskoé....	154	»	900	1	1 10	4 50	0 10	0 17	5 87	Id.
4e groupe.										
Biélinka.......	3	380	960	3	1 20	3 65	0 30	0 15	5 30	Donetz, Don, Rostov, Taganrog, mer.
Ilinka.........	15	360	960	3	1 20	3 78	0 30	0 16	5 44	Id.
5e groupe.										
Oust-Doubovskoï	»	330	960	2	1 50	3 51	0 20	0 15	5 36	Id.
6e groupe.										
Nijni-Cébriakov.	5	210	960	3	1 30	3 34	0 30	0 14	5 08	Id.
Diédova........	2	203	960	3	1 30	3 28	0 30	0 14	5 02	Id.
Sadkovskoï.....	40	160	960	3	1 00	3 73	0 30	0 15	5 18	Id.
Krinskoï.......	»	151	960	2	1 50	3 15	0 20	0 14	4 99	Id.
Grouchevka....	40	90	960	3	1 10	3 59	0 30	0 14	5 13	Don, Rostov, Taganrog, mer.
Id........	75	»	960	2	1 10	3 90	0 20	0 15	5 35	Rostov, Taganrog, mer.
Id........	140	»	900	1	1 10	4 31	0 10	0 16	5 67	Taganrog, mer.
7e groupe.										
Krasnoï-Kouth..	132	»	900	1	1 05	4 19	0 10	0 16	5 50	Taganrog, mer.
Dolginskoï.....	55	360	960	3	1 00	4 34	0 30	0 17	5 81	Donetz, Don, Rostov, Tagan., mer.
Id...	128	»	900	1	1 00	4 14	0 10	0 16	5 40	Taganrog, mer.
8e groupe.										
Gélieznoé, Zaïtzova, Chterbinovski.......	250	285	150	2	1 00	4 49	0 20	0 17	5 86	Aleksandrovak, Dniéper, Kherson, mer.
Id........	148	»	900	1	1 00	4 42	0 10	0 16	5 68	Taganrog, mer.
Aleksandrovka..	195	285	150	2	1 00	4 00	0 20	0 15	5 35	Aleks., Dniéper, Kherson, mer.
Id........	143	»	900	1	1 00	4 35	0 10	0 16	5 61	Taganrog, mer.
Soukhi-Iali....	170	285	150	2	1 40	3 45	0 20	0 15	5 20	Aleks., Dniéper, Kherson, mer.

Les résultats consignés sur le tableau précédent sont, je le répète, des *maxima* qui ne seraient probablement pas dépassés. Au début d'une révolution commerciale qui assurerait exclusivement aux houilles indigènes le marché de la mer Noire, ces prix seraient nécessaires à la plupart des exploitations qui y sont mentionnées. Mais il y a lieu de penser que lorsque les mines du Donetz auraient été pendant un certain nombre d'années en possession régulière de ce marché, le prix courant de la houille tomberait beaucoup au-dessous de la moyenne qui résulte de ce tableau.

En effet, la concurrence qui s'établirait entre les diverses mines laisserait naturellement ce débouché nouveau aux mines situées dans les conditions les plus favorables; l'impulsion donnée à l'exploitation des houillères dirigerait vraisemblablement l'activité des paysans agriculteurs vers la découverte de nouveaux gîtes; l'accroissement graduel de la production et l'amortissement des capitaux engagés dans les exploitations perfectionnées permettraient d'abaisser peu à peu le prix de vente sur place. Les frais de transport sur les rivières et par charretage ne descendraient peut-être pas au-dessous des taux que j'ai admis; mais les frais de navigation maritime me paraîtraient pouvoir subir une diminution très-considérable. Lorsqu'un transport régulier de houille aurait été créé entre Taganrog et la mer Noire, aux prix élevés qu'on paye aujourd'hui pour les produits agricoles, il s'établirait probablement de petits navires caboteurs



montés par des indigènes qui exploiteraient cette spécialité à des conditions plus avantageuses pour le commerce. Il me semble, par exemple, qu'un navire de 200 tonneaux, monté par six hommes d'équipage, pourrait aisément faire, pendant la belle saison, deux voyages de Taganrog à Odessa, et trouver en outre plusieurs sources de profits, lors du retour à vide, en faisant escale dans les ports intermédiaires. Vu le bas prix des matériaux de construction et de la main-d'œuvre, tous les frais d'une pareille entreprise seraient probablement remboursés largement par une recette de 6,000 francs; et, lors même que celle-ci serait exclusivement fournie par le transport de la houille, le prix de ce transport ne s'élèverait pas au-dessus de 1 fr. 50. Ce prix, très-inférieur au taux actuel du fret, serait réduit dans une plus forte proportion si les navires destinés au transport du charbon étaient construits de manière à passer la barre du Don et à remonter jusqu'à Rostov. Lors donc que le temps et l'expérience auraient organisé sur les bases les plus convenables le commerce des houilles indigènes, on pourrait très-probablement obtenir ces houilles à Odessa à un prix moindre que le cours actuel des houilles étrangères.

La question des débouchés de la houille dans le bassin de la mer Noire se réduit donc à une conclusion très-simple. Dans les conditions de libre concurrence qui existent aujourd'hui, les houilles étrangères ont jusqu'à ce jour expulsé de ce marché toutes



les houilles indigènes; ce même débouché restera exclusivement acquis aux mines étrangères, soit anglaises, soit françaises, tant que ces conditions seront maintenues, et aussi longtemps que le commerce maritime devra transporter, de la mer Noire dans la Méditerranée et dans l'Océan, une grande quantité de marchandises encombrantes.

§ III. — Moyens de développer l'exploitation des houillères du Donetz.

Les principales questions que j'ai maintenant à résoudre se trouvent naturellement circonscrites, et à peu près posées par suite des considérations que j'ai présentées dans les deux paragraphes précédents. Les moyens qu'on peut employer pour assurer aux mines du Donetz le développement auquel elles peuvent justement prétendre, sont de deux sortes. Les uns, agissant directement sur la production, consistent à soumettre les huit groupes de houillères à un plan méthodique de recherches; à entreprendre de nouvelles exploitations sur des gîtes encore intacts et qui paraissent contenir de grandes richesses en combustibles; enfin à introduire dans les mines actuellement ouvertes des méthodes plus rationnelles d'exploitation. Les autres moyens, beaucoup plus urgents, qu'on doit regarder comme la condition indispensable de tous les autres progrès, et sur lesquels j'aurai à insister particulièrement, consistent



à stimuler la production et à faire hausser le prix de vente, en étendant les débouchés actuels.

Depuis un demi-siècle le gouvernement a employé, autant que les circonstances l'ont permis, la plupart des moyens directs d'encouragement dont il pouvait disposer pour favoriser l'exploitation des houillères du Donetz. La haute pensée qui se plaît à embrasser tous les détails de l'administration de ce vaste empire ne pouvait manquer de porter sa sollicitude sur cet objet intéressant ; les faits prouvent qu'elle a été noblement comprise et secondée par l'habile ministre qui dirige le département des finances et des mines. Dire le bien que peut produire, dans de pareilles questions, l'intervention d'un esprit ferme et élevé, d'une sage temporisation unie à des vues sincères de progrès, c'est faire l'historique de l'influence de M. le comte Cancrine et des efforts que l'administration des mines a tentés en faveur de cette branche de richesse nationale. C'est à ces mesures qu'il faut attribuer le développement qu'ont déjà acquis les exploitations. Toutefois si, malgré la plus louable persévérance, la production des mines domaniales et particulières égale à peine celle d'une houillère de troisième rang de l'Europe occidentale, c'est que le résultat de ces tentatives directes est impérieusement limité par l'état actuel des débouchés.

Depuis la fondation des exploitations houillères de Licitchia-Balka et d'Ouspenskoé, l'administration des

mines n'a cessé d'expédier chaque année, de ces centres principaux d'action, des brigades d'ouvriers conduites par des contre-maîtres ou par des officiers des mines, et chargées de reconnaître les gîtes de houille qui affleurent dans la chaîne, sur un si grand nombre de points. Ces travaux de recherche se composent ordinairement, soit de simples tranchées ouvertes sur la crête des couches, soit de puits non boisés, dépourvus de moyens d'épuisement, et qui ordinairement ne s'étendent pas à une profondeur plus grande que 8 à 15 mètres. C'est à ces travaux que sont dus en partie les renseignements que j'ai coordonnés dans le Tableau général des gîtes carbonifères. Ils ont donné à peu de frais des notions utiles sur les dispositions des gîtes à proximité de la surface, et ils ne me paraissent pas mériter les critiques que j'en ai entendu faire.

On a sagement agi, en général, en ne poussant pas ces travaux de recherche jusqu'aux limites où ils seraient devenus très-dispendieux. En supposant, en effet, que ces explorations eussent eu tout le succès désirable; que les couches observées près de la surface se fussent prolongées dans le sein de la terre avec la plus grande régularité; que la qualité, presque toujours défectueuse près des affleurements, fût devenue dans la profondeur aussi bonne qu'on pouvait le souhaiter; ce succès aurait eu fort rarement une application immédiate. Dans le cas le plus favorable, ces nouveaux gîtes auraient encore été moins riches ou situés moins heureusement que ceux qu'on exploite

aujourd'hui et qui, vu le manque de débouchés, sont loin de fournir tous les produits que comporteraient, au besoin, le nombre et la puissance des couches de charbon. Sous ce rapport, on pourrait même trouver que plusieurs travaux ont été poursuivis plus loin qu'il n'était nécessaire, parce qu'ils ne pouvaient ajouter que peu de chose aux connaissances fournies par le redressement des couches, par de vastes déblais naturels, etc. Dans l'état actuel des choses, il paraît convenable de continuer l'exploration superficielle des gîtes telle qu'elle a été entreprise par l'administration des mines; mais, sauf le cas de découvertes extraordinaires, il semble que les grands travaux de recherche devraient être exclusivement dirigés sur le prolongement des couches aujourd'hui exploitées dans les principales mines, telles que Pétrovskaïa, Licitchia-Balka, Anninskoé, Biéloé, Ouspenskoé, Sadkovskoï, Popovskoï sur la Grouchevka, Krasnoï-Kouth, Dolginskoï; il conviendrait surtout d'explorer plus complétement qu'on ne l'a pu faire au moyen des travaux actuels, les gisements d'Aleksandrovka, de Gélieznoé, de Zaïtzova et de Chterbinovski.

Pour remédier au gaspillage qui a lieu aujourd'hui dans les exploitations particulières, et pour mettre les houillères du Donetz en mesure de suffire à une large extension des débouchés actuels, il conviendrait de porter les travaux à 30 ou 40 mètres au-dessous des niveaux reconnus jusqu'à ce jour. Une seule des exploitations du huitième groupe, organisée

sur de pareilles bases, suffirait à l'approvisionnement actuel du bassin de la mer Noire ; les mêmes moyens seraient successivement appliqués aux gîtes voisins et aux autres groupes, à mesure que les débouchés s'accroîtraient. Il faut se rappeler toutefois que de semblables houillères devraient être munies d'un matériel complet d'épuisement et d'extraction dont l'achat et l'entretien grèveraient singulièrement, surtout dans les premiers temps, le prix de revient du charbon. Selon toute apparence, l'administration des mines serait seule en mesure de prendre cette initiative et de soutenir la concurrence des exploitations actuelles. Ainsi que je l'ai déjà annoncé, cet exemple ne pourrait être suivi plus tard par les particuliers que si ces derniers étaient assurés de trouver à l'usine de Lougane, à des prix modérés, le matériel nécessaire à ces exploitations perfectionnées.

Les sondages pourraient être employés avec succès pour préparer ces exploitations nouvelles, et pour étudier l'allure des couches de charbon dans les localités où l'on se proposerait de foncer les nouveaux puits : le matériel qui conviendrait le mieux pour ces sortes de recherches est précisément celui dont M. A. de Démidoff a fait usage, dans le cours de son exploration, et dont il est parlé dans les documents qui suivent immédiatement ce chapitre.

Si, dans les circonstances actuelles, il semble peu utile de s'arrêter à l'exploration des gîtes qui affleurent si fréquemment au jour avec les roches de la

formation carbonifère, il convient encore moins, en général, de rechercher le prolongement de cette formation au-dessous des terrains plus modernes qui entourent les plateaux du Donetz. Je proposerai, toutefois, une exception pour la partie de la formation crétacée qui se trouve sur la rive gauche du Donetz. à la hauteur des gîtes carbonifères de Licitchia-Balka.

Si le terrain houiller proprement dit existe dans le système du Donetz, comme dans le système carbonifère des Pays-Bas, c'est en cette localité plutôt que partout ailleurs qu'il y aurait chance de le découvrir (voir § Ier, page 329). La probabilité de cette découverte, toute faible qu'elle puisse être, me semble devoir préoccuper sérieusement l'administration des mines. Quand on prend en considération les analogies qui existent dans la disposition des massifs carbonifères du Donetz et de la Meuse, on ne peut disconvenir que les chances de succès sont beaucoup plus prononcées que celles qui ont déterminé avec raison le gouvernement français et le conseil général du département des Ardennes à rechercher près de Sedan l'existence du terrain houiller, entre les formations secondaires de la Champagne et le terrain de transition de l'Ardenne. Plusieurs sondages, qui s'écarteraient graduellement du Donetz, et dont le premier pourrait être entrepris à 200 mètres environ de la rive gauche de cette rivière, permettraient de résoudre cette importante question, si toutefois la formation carbonifère ne plonge pas trop rapidement au-dessous des sables crétacés. (Voir la Carte géologique, pl. Ire.)

L'opinion que je viens d'émettre, touchant l'inutilité des grands travaux de recherche, est contraire aux conclusions de plusieurs mémoires que j'ai sous les yeux, et qui ont en partie déterminé M. A. de Démidoff à explorer sur une large échelle les rives du Donetz inférieur ; mais cette opinion me semble suffisamment motivée par les faits que j'ai exposés dans les deux chapitres précédents. Dès mon arrivée sur les lieux, j'ai reconnu que de très-sages motifs avaient déterminé le gouvernement et les particuliers à ouvrir, dans d'autres parties de la chaîne, les premières exploitations ; il m'a été également facile de prévoir que les recherches les plus persévérantes n'auraient probablement d'autre résultat que de justifier la direction donnée jusqu'alors à l'exploitation des houillères.

Ainsi que je l'ai fait remarquer plusieurs fois, les révolutions de la surface du globe, et les agents atmosphériques, ont naturellement créé dans les plateaux du Donetz, et particulièrement dans les régions que traversent le Donetz inférieur et le Krivoï-Toretz, un système de recherches plus développé que tout ce qu'il sera jamais donné à l'homme d'exécuter. Toute la série des roches carbonifères très-inclinées et même redressées jusqu'à la situation verticale, se montre au jour en mille localités différentes. De profonds ravins, creusés dans toutes les directions, et souvent dans une direction perpendiculaire à celle des roches, forment autant de tranchées où l'on peut reconnaître, dans le détail le plus minutieux, la constitution intime de la formation carbonifère, et l'allure des couches de com-

bustible qu'elle recèle. Or ces observations, qu'on peut faire si facilement et à si peu de frais, prouvent, jusqu'à la dernière évidence, que les gîtes carbonifères non exploités sont généralement beaucoup moins riches que ceux où ont été ouvertes les exploitations actuelles.

A la vérité, on trouve çà et là, entre ces districts si faciles à explorer, des localités où les strates sont horizontales ou peu inclinées ; dans lesquelles, par conséquent, les couches supérieures de houille n'affleurent que rarement et en petit nombre ; tandis que les couches inférieures, n'ayant point été entamées lors du creusement de ces dépressions hydrographiques, restent cachées à l'observateur. Les géologues qui ont décrit ces localités ont pu, en entrant dans le domaine des hypothèses, et sans sortir du cercle des choses possibles, annoncer que les couches ainsi cachées renfermaient des richesses minérales supérieures à celles que les déchirures naturelles du sol laissent apercevoir ailleurs ; mais, en ce qui me concerne, je n'ai rien observé qui pût motiver solidement de semblables prévisions. Ces lambeaux de terrains horizontaux, disséminés au milieu de terrains plus disloqués, et qui ne sont d'ailleurs, comme je l'ai prouvé, qu'un cas particulier des ruptures multipliées du sol carbonifère, sont exactement de même âge, et ont la même composition minéralogique que les districts à strates inclinées. Il n'y a donc aucune raison de supposer que les massifs horizontaux doivent être plus riches en combustibles que les massifs beaucoup plus nom-

breux où les strates sont inclinées : l'analogie indique, au contraire, que les faits si multipliés qu'on observe dans les régions à strates inclinées donnent une excellente mesure de la richesse probable des localités comparativement peu étendues, où les strates sont restées horizontales.

Au reste, c'est précisément dans ces localités exceptionnelles que M. A. de Démidoff a fait entreprendre six sondages, dont quatre ont été poussés à des profondeurs comprises entre 100 et 110 mètres. Ces recherches ont été faites dans quatre localités éloignées l'une de l'autre : à Ilinka sur la grande Kamenka, à Popovskoï sur la Grouchevka, à Oust-Doubovskoï et à Roubejnoï sur le Donetz. Les massifs carbonifères qu'on y a explorés présentaient des couches horizontales ou peu inclinées ; ils se trouvaient à proximité de localités à strates inclinées, offrant plusieurs couches parallèles de charbon de terre ; dans ces mêmes massifs, des affleurements d'une ou deux couches de charbon donnaient plus de probabilité et aussi plus d'importance à la découverte des couches inférieures. Cependant, malgré ces conditions favorables, les sondages n'ont point indiqué, en général, une richesse houillère supérieure à celle qu'on peut observer dans les districts adjacents, sur la tranche des strates inclinées. Un seul sondage, celui d'Ilinka, a fait connaître une couche de houille qui, autant qu'on en peut juger par le point qu'a traversé la sonde, est supérieure en puissance et en qualité à toutes celles qu'on peut observer dans la contrée environnante ;

toutefois cette localité n'en reste pas moins, eu égard à la richesse carbonifère, notablement au-dessous des gîtes de Licitchia-Balka, de Chterbinovski, de Zaïtzova, de Gélieznoé, etc., exploités, depuis longtemps, dans d'autres parties de la chaîne du Donetz.

En résumé, il ne paraît pas que ce soit sur l'exploration de nouveaux gîtes, que doivent se diriger les efforts qu'il convient de faire pour encourager l'industrie minérale du Donetz ; les nouveaux travaux que l'on aurait à entreprendre devraient se porter de préférence sur les gîtes qu'on exploite aujourd'hui. Du reste, je ne saurais trop le répéter, tous ces moyens directs sont, dans l'état actuel des choses, tout à fait limités par le manque de débouchés, et restent subordonnés à l'extension de ces derniers.

J'ai exposé dans le précédent paragraphe comment, dans l'intérêt du présent et dans de hautes vues d'avenir, l'administration avait été conduite à créer elle-même le débouché, en même temps qu'elle fondait les exploitations houillères. L'usine à fer de Lougane, bien qu'elle n'ait pas réalisé complétement la pensée des fondateurs, est encore aujourd'hui le seul débouché important des mines du Donetz. J'ai prouvé, d'un autre côté, que, dans les prévisions les plus favorables, l'emploi de la houille pour l'industrie du fer ne pourra, d'ici à longtemps, dépasser certaines limites assez restreintes. Aujourd'hui, comme il y a un demi-siècle, l'extension immédiate des débouchés locaux

paraît donc subordonnée à l'établissement de nouvelles usines domaniales. Mais dans cette voie même, les efforts de l'administration ne peuvent aller au delà de certaines limites; car la production des usines qu'on peut alimenter avec le charbon de terre ne tarderait pas à dépasser les besoins auxquels ces usines doivent pourvoir. D'ailleurs, quelque puissants que soient les motifs qui dirigent la sollicitude du gouvernement vers la contrée du Donetz, celle-ci n'est qu'un point du vaste empire qui est confié à ses soins. Dans sa justice distributive, l'administration supérieure peut être conduite à penser que les dépenses entraînées par la création de nouveaux établissements analogues à celui de Lougane pourraient trouver ailleurs une plus utile destination. En faisant, bien entendu, toutes les réserves convenables pour les considérations qui me resteraient inconnues et qui pourraient porter le gouvernement à entrer plus avant dans cette voie, et à ouvrir directement de nouveaux débouchés au charbon de terre, je suis disposé à croire que ce n'est pas ainsi qu'il peut contribuer de la manière la plus efficace au développement des exploitations du Donetz.

Ainsi, en exceptant le cas où l'administration se déterminerait à fonder dans la région du Donetz des établissements nouveaux alimentés par les combustibles de cette contrée, je ne trouve dans les conditions actuelles aucun moyen décisif de donner aux houillères du Donetz cette puissante impulsion qui leur a été promise par quelques personnes qui, je le crains

bien, ont trop envisagé cette question sous l'influence de leurs espérances patriotiques.

Je reconnais d'ailleurs qu'on n'a exagéré en rien l'influence que le développement de ces houillères exercerait sur l'essor de l'industrie et du commerce dans la Russie méridionale, et même sur la puissance politique de l'empire. On est tout d'abord frappé de cette considération quand on jette les yeux sur une carte du pays ; et j'en ai encore mieux apprécié l'importance dès qu'il m'a été donné de juger par moi-même de l'état actuel des provinces de la mer Noire et du brillant avenir qui leur est réservé. C'est sans aucun doute cette pensée qui a soutenu le gouvernement russe dans les efforts jusqu'ici peu fructueux qu'il n'a cessé de faire depuis un demi-siècle, en faveur des exploitations minérales du Donetz. Elle le conduira inévitablement à envisager la question sous un nouveau jour, dès qu'il sera désabusé sur les espérances de développement spontané qu'on lui a fait concevoir.

Si les faits et les considérations que j'ai exposés dans cet ouvrage sont reconnus exacts, il faudra en conclure, en effet, que le seul moyen de donner dès à présent aux mines du Donetz une impulsion réellement efficace, serait d'assurer à leurs produits le débouché qui s'est créé depuis douze ans dans le bassin de la mer Noire. Ce débouché, ainsi que je l'ai indiqué précédemment, ne paraît pas être inférieur à 90,000 quintaux métriques, et viendrait au moins doubler celui

qui est maintenant acquis à ces mines, en dehors de la fonderie de Lougane. Or, le seul moyen d'y parvenir serait d'intervertir les conditions actuelles de vente des houilles indigènes et des houilles étrangères, en imposant un droit de douane convenable à l'entrée de ces dernières.

Le tarif qui devrait ainsi substituer les houilles du Donetz aux houilles étrangères, dans le bassin de la mer Noire, devrait être combiné de telle sorte qu'il assurât aux premières, sur le marché d'Odessa, un prix de vente de 5 fr. par 100 kilogr., ou de 73 kop. assig. par poud. Il ne faudrait qu'un petit nombre d'années pour que plusieurs mines du Donetz se missent en mesure d'étendre convenablement les chantiers d'extraction, et de suffire à l'accroissement de production qu'exigerait ce nouveau débouché. En élevant le droit progressivement d'année en année, et en le maintenant à une limite qu'indiquerait l'expérience même, et qui permettrait à quelques chargements de houille étrangère d'arriver au besoin à Odessa, on préviendrait l'élévation trop considérable du prix de vente qui pourrait avoir lieu si les exploitations du Donetz étaient tout à coup mises en demeure d'alimenter seules le nouveau marché.

Ce serait surtout alors qu'il y aurait opportunité à créer sur l'un des principaux gîtes houillers de la chaîne du Donetz des moyens d'exploitation plus puissants que ceux qui existent aujourd'hui. Il conviendrait en même temps d'encourager toutes les exploitations régulières qui tendraient à se former,

en leur assurant de préférence la clientèle des arsenaux maritimes, des bateaux à vapeur, des hôpitaux militaires, des établissements publics, etc. En négligeant de régulariser la production en même temps qu'elle accroîtrait le débouché, l'administration n'encouragerait tout d'abord que les petites exploitations actuelles, et assurerait en quelque sorte une prime au gaspillage qui s'y fait aujourd'hui.

Après avoir mis les exploitations houillères du Donetz en possession du marché de la mer Noire, le gouvernement pourrait contribuer à l'extension des débouchés par une foule de moyens qui seraient inapplicables à des débouchés entièrement locaux. Il pourrait, par exemple, prescrire l'emploi de la houille dans beaucoup d'établissements publics qui dépendent directement des administrations centrales de la guerre et de la marine, des gouvernements de provinces. des administrations municipales, etc., et dans lesquels l'habitude ou le préjugé ont maintenu à tort jusqu'à ce jour l'emploi du combustible végétal (voir § II, p. 386). Par sa haute influence, il pourrait encore favoriser, sur le littoral de la mer Noire, la création ou le développement d'établissements industriels dont l'existence ne serait pas possible sur les bords du Donetz; par des primes accordées aux navires indigènes qui transporteraient le charbon de terre de Rostov, de Taganrog et de Marioupol aux ports de la mer Noire, il obtiendrait le double résultat de créer sur ces mers une marine nationale, et de faire baisser d'autant le prix du fret, qui forme

la moitié du prix de revient de ce combustible sur le marché d'Odessa. A ne considérer que le point de vue économique, cette dernière mesure est l'une de celles qui se recommandent le plus à l'attention du gouvernement, parce qu'elle fournirait un moyen infaillible et peu dispendieux (1) de préserver le consommateur des conséquences onéreuses qui, dans l'origine, pourraient résulter pour lui du nouveau tarif.

Ces moyens d'encouragement et beaucoup d'autres sur lesquels je n'insiste pas, parce qu'ils se présentent naturellement à la pensée, influeraient sur la production du charbon de terre d'une manière sûre

(1) En admettant, ainsi que l'ont indiqué les calculs présentés ci-dessus (§ II, page 406), que le quintal métrique de charbon indigène dût revenir dans l'origine à 5 francs sur le marché d'Odessa, il suffirait d'une prime de de 0 fr. 90 par chaque quintal transporté par cabotage, pour réduire le prix des houilles indigènes au cours de 4 fr. 10, que le consommateur paye aujourd'hui, pour les houilles étrangères. La quotité de la prime devrait être subordonnée à la distance à parcourir, et serait moindre, par exemple, pour les ports de Crimée que pour celui d'Odessa. En supposant toutefois que la prime la plus élevée fût payée pour la totalité des 90,000 quintaux métriques que consomme le bassin de la mer Noire, il n'en résulterait pour le trésor de l'État qu'une charge annuelle de 81,000 fr. La prime pourrait par la suite être graduellement diminuée, à mesure que l'ensemble de ce commerce prendrait plus de consistance. En admettant que le taux moyen de ces primes fût maintenu à 0 fr 30 par quintal métrique, lorsque le transport maritime des houilles indigènes porterait sur 1,000,000 quint. métr., les charges du Trésor ne s'élèveraient encore qu'à 300,000 fr ; mais on aurait créé une industrie maritime, ayant dans le sol ses conditions d'existence, et qui occuperait déjà 250 navires et 1,500 matelots. L'importance de ce cabotage serait triplée lorsque la production des houillères du Donetz aurait pris le développement que comportent les richesses minérales dont l'existence est aujourd'hui constatée. (Voir § Ier, page 347, et § II, page 408.)

et immédiate; leur intervention semble devoir être plus efficace que ne le serait celle d'établissements créés spécialement, comme celui de Lougane, pour consommer la houille sur place, mais qui à leur tour pourraient être exposés à manquer de débouchés. Ces moyens se recommandent d'ailleurs par des avantages essentiels : les dépenses qu'ils imposent au trésor de l'État sont exactement définies; celles-ci peuvent s'étendre ou se restreindre à volonté, suivant les convenances que l'expérience indique; enfin elles n'entraînent aucun de ces embarras qui ne se rencontrent que trop souvent dans l'administration des établissements industriels exploités par les gouvernements.

A ce sujet se présentera peut-être une objection qu'il semble utile de signaler à l'avance afin de la réfuter. J'ai indiqué précédemment que la possession même du débouché de la mer Noire améliorerait graduellement les conditions de l'exploitation et du transport des houilles indigènes; en sorte qu'après un certain laps de temps, celles-ci pourraient revenir au consommateur à un prix inférieur, non-seulement au prix qui serait nécessaire au début de cette révolution commerciale, mais encore au cours actuel des houilles étrangères. Or, en se basant sur cette dernière prévision, on pourrait contester la convenance des moyens d'encouragement que je propose, en remarquant qu'il est beaucoup plus simple et par conséquent d'une meilleure administration, d'attendre

que le progrès naturel des choses amène les charbons indigènes à se substituer ainsi aux charbons étrangers. Mais deux raisons principales me portent à penser qu'on ne doit pas s'arrêter à cette objection, et que les houillères du Donetz ne pourraient pas engager avec succès une pareille lutte contre les mines étrangères.

En premier lieu, cette amélioration graduelle du système d'approvisionnement de la mer Noire ne peut se manifester, par les causes que j'ai signalées, qu'à partir du moment où ce débouché sera acquis aux charbons indigènes, ce progrès, ne devant être que la conséquence des mesures de protection, ne saurait, en bonne logique, être allégué comme preuve de l'inutilité de celles-ci.

En second lieu, les houilles étrangères se vendent aujourd'hui à Odessa, au prix élevé de 4 fr. 10 par quintal métrique, ou de 60 kop ass. par poud, parce qu'elles n'ont à redouter, sur cette place, aucune concurrence. Mais, ainsi que je l'ai démontré ci-dessus (§ II, p. 390), les navires étrangers auraient encore avantage à transporter ce combustible vers la mer Noire, lors même que le prix de vente en serait beaucoup moins élevé. En supposant donc que toutes les améliorations qu'on ne peut attendre que du temps et de la possession du débouché, fussent immédiatement acquises aux houillères indigènes, celles-ci, dans les conditions actuelles, ne pourraient encore lutter contre une concurrence qui, au besoin, livrerait le charbon de terre dans les ports de la mer

Noire, à peu près aux mêmes prix que dans ceux de la Grande-Bretagne ou de la France méridionale.

On ne peut guère espérer que l'accumulation temporaire des houilles étrangères, dans les ports de la Méditerranée et de la mer Noire, amène de temps en temps une baisse favorable aux consommateurs. En effet, le commerce de la houille s'organise depuis quelques années sur une si vaste échelle (1) dans cette partie de l'Europe, que les expéditeurs étrangers ont des moyens assurés de maintenir sur tous les marchés les cours qui conviennent le mieux aux intérêts de leur commerce maritime. Ayant à livrer, par suite de

(1) D'après les documents officiels, les quantités de houille exportées de Grande-Bretagne pour les États riverains de la Méditerranée, autres que la France et l'Espagne, se sont progressivement élevées de 1831 à 1838, comme l'indiquent les chiffres suivants :

	quint. métr.		quint. métr
1831.	236,000	1835	308,000
1832.	264,000	1836	504,000
1833.	316,000	1837.	762,000
1834.	302,000	1838.	1,167,000

Cette progression serait beaucoup plus frappante si on avait pu y faire figurer les quantités considérables de houille, importées dans les ports méditerranéens de l'Espagne et surtout de la France, et qui sont confondues avec les importations faites dans les ports que ces deux États possèdent sur l'Océan. Les expéditions de houille anglaise dans la Méditerranée ont pris surtout un très-grand développement à partir de l'année 1839, qui correspond à l'établissement du service des bateaux à vapeur du Levant. En 1841, la France a reçu sur son territoire, tant par l'Océan que par la Méditerranée, 3,800,000 quint. métr. de houille anglaise: les bateaux à vapeur français qui font le service des transports dans le Levant, en Italie, en Espagne, sur la côte d'Alger, etc., ont en outre consommé environ 1,000,000 quint. métr.. Ces énormes quantités de combustible sont presque exclusivement transportées par navires anglais.

contrats à longs termes, d'immenses quantités de houille pour l'approvisionnement des flottes à vapeur de France et de Grande-Bretagne, ils sont toujours assurés de trouver au besoin à Constantinople, à Smyrne, à Alexandrie, à Syra, à Malte, à Alger et aux autres stations des bateaux à vapeur, le placement des cargaisons de houille qu'ils expédient dans la Méditerranée. Lors donc qu'une baisse tend à se manifester, dans le prix courant de la houille, sur une place déterminée, les navires qui avaient d'abord été frétés en houille pour cette destination, peuvent se dispenser d'aggraver cette baisse, et réaliser cependant sur leurs chargements un bénéfice convenable, en déposant leur cargaison dans l'un des nombreux entrepôts de la navigation à vapeur.

Ainsi, le consommateur de houille dans le bassin de la mer Noire n'a, dans le système actuel, aucun espoir de dégrèvement, excepté dans le cas peu probable où les expéditeurs étrangers trouveraient eux-mêmes avantage à faire baisser dans cette partie de l'Europe, le prix courant de la houille ; il se trouve en outre exposé aux chances d'une augmentation graduelle du droit d'exportation sur les houilles étrangères; enfin il doit craindre que, dans certains cas, ce précieux combustible ne vienne à lui manquer tout à fait. L'avenir est beaucoup plus rassurant dans le système d'approvisionnement fondé sur l'exploitation des houillères nationales : le consommateur peut être certain que la source de production ne tarira jamais ; il doit d'ailleurs s'attendre à profiter de tous les per-

fectionnements que le cours naturel des choses amènera inévitablement dans cette branche de commerce, sous l'influence tutélaire du gouvernement et de l'administration des mines.

La question de savoir s'il convient d'abandonner aux houilles étrangères ou d'assurer, dès à présent, aux houilles indigènes, le marché de la mer Noire, sera considérée comme peu digne d'attention, si on en mesure l'importance par le chiffre de la consommation actuelle. Mais cette question s'agrandit singulièrement et acquiert une importance politique de l'ordre le plus élevé, si on jette les yeux sur l'avenir et si l'on considère que le charbon de terre est appelé à produire, dans l'ère où nous entrons, une révolution sociale plus prompte et plus complète que celles qui résultèrent à diverses époques de l'invention de la boussole, de l'imprimerie et de la poudre à canon. Dans cet ordre d'idées, tout homme d'État appréciera la gravité de l'ordre de choses qui pèse aujourd'hui sur les provinces méridionales de l'empire, lors même qu'il serait disposé à admettre une liberté presque complète dans les échanges, comme le principe des relations internationales.

Entraîné par l'intérêt qui s'attache à ces questions, j'avais été conduit à exposer, dans un paragraphe spécial, tous les motifs d'utilité publique qui, à mon sens, doivent déterminer le gouvernement russe à assurer aux houilles du Donetz le débouché de la mer Noire; toutefois, en relisant cette partie de mon travail, j'ai

trouvé qu'elle s'écartait trop du caractère général de la mission qui m'a été confiée. Il m'a semblé que mes conclusions étaient suffisamment motivées par les considérations techniques et économiques qui font l'objet de cet ouvrage. Peut-être même aurai-je rehaussé la netteté de ces conclusions, sans rien leur enlever de leur rigueur, en les séparant des considérations de politique et d'économie sociale qui se rattachent au même sujet. Je laisserai donc le développement de ces hautes questions aux personnes qui ont qualité pour les résoudre.

Tous les auteurs qui ont traité de la région carbonifère du Donetz, ont rappelé une parole de Pierre le Grand qui promet un bel avenir à cette contrée : en n'accordant qu'un présage à cette richesse souterraine, et en dirigeant vers d'autres objets son activité et ses vues d'organisation, ce grand homme avait fort bien compris que le temps des exploitations du Donetz n'était pas encore venu. Peut-être le gouvernement s'est-il départi trop tôt de cette sage temporisation, en se mettant à l'œuvre il y a un demi-siècle. Mais depuis plusieurs années, une ère nouvelle a commencé pour le bassin de la mer Noire : d'une part, le développement de l'agriculture et du commerce dans la steppe pontique et dans les ports qui y confinent ; de l'autre, l'ensemble des merveilleuses découvertes qui assurent au charbon de terre un rôle si important dans l'économie sociale, semblent indiquer que l'époque prévue par une haute pensée est enfin arrivée.

Il a été démontré, d'ailleurs, que si les charbons de terre du Donetz peuvent contribuer à l'essor de la civilisation dans cette partie de l'Europe, c'est surtout en pénétrant dans la mer Noire à la faveur d'un tarif qui leur permette de lutter avec succès contre les houilles étrangères.

Il se peut, sans doute, que des raisons d'État qu'il ne m'appartient pas d'apprécier, éloignent le gouvernement impérial des mesures que je propose. Mais si de pareilles raisons devaient prévaloir, les houillères du Donetz seraient, par cela même, condamnées à une longue période d'inactivité; toutes les tentatives qu'on pourrait faire pour donner à ces mines quelque importance politique et industrielle seraient prématurées; pendant longtemps, enfin, les administrateurs des provinces méridionales n'auraient qu'à répéter les paroles attribuées à l'illustre régénérateur de la Russie : *Ces mines feront la fortune de nos descendants!*

DOCUMENTS

RELATIFS

A L'EXPLORATION DES TERRAINS CARBONIFÈRES

DE LA CHAINE DU DONETZ.

ANALYSES CHIMIQUES

DES

CHARBONS DE TERRE DE LA CHAINE DU DONETZ,

PAR M. MALINVAUD.

Les analyses dont les résultats sont rapportés ci-après, ont eu pour objet de rechercher la proportion de coke et de matières volatiles que les charbons de terre donnent par la calcination en vase clos; la quantité de cendre, ou de résidu fixe produit par l'incinération complète; la quantité de pyrite contenue; enfin le pouvoir calorifique.

Pour rendre les résultats de la carbonisation aussi comparables que le permet la nature des choses, on a eu soin de calciner rapidement tous les combustibles dans un petit creuset de platine soigneusement couvert, enfermé dans un plus grand creuset, et autant que possible, dans les mêmes conditions de température.

On a généralement dosé la pyrite en recherchant la proportion de peroxyde de fer que donnent les divers combustibles lorsqu'on les attaque directement par l'eau régale. Cette méthode paraît

assez exacte dans les conditions où se trouvent les houilles du Donetz, vu qu'elles ne paraissent pas contenir, parmi leurs éléments fixes, de matière ferrugineuse autre que la pyrite. On remarque, en effet, que toutes les houilles qui ne laissent pas voir de pyrite à la loupe, ou qui ne donnent par les acides aucune odeur sulfureuse, laissent toujours après l'incinération un résidu parfaitement blanc. Dans de telles circonstances, cette méthode paraît préférable à un dosage direct du soufre pour des houilles qui, ayant été prises pour la plupart aux affleurements des couches, se sont partiellement effleuries sous l'influence de l'air.

On a mesuré le pouvoir calorifique en recherchant la quantité d'oxygène que le combustible enlève à la litharge, ou, ce qui revient au même, la quantité de plomb que cette réduction produit. On a atténué autant que possible les inconvénients de cette méthode, dont l'exactitude suffit pour des recherches industrielles, en pulvérisant avec soin et en mélangeant très-intimement le combustible et la litharge, et en recouvrant le mélange d'une assez grande épaisseur de litharge pure; enfin en recommençant l'opération, jusqu'à ce que deux essais au moins présentassent un accord suffisant.

On a soumis en général à l'analyse les combustibles extraits des mines qui sont aujourd'hui en activité, ou ceux dont le gisement, encore inexploré, semble offrir des chances favorables à une exploitation; toutefois ces derniers, ayant été recueillis près des affleurements des couches, ont été souvent altérés par l'influence des agents atmosphériques : il est donc possible que leur analyse ne corresponde pas toujours exactement à la composition du combustible qui se trouve dans la même couche à une plus grande profondeur.

Plusieurs échantillons appartenant à des gîtes assez importants ont été égarés pendant le trajet de Rostov à Marseille, et n'ont pu, par ce motif, être soumis à l'analyse; c'est à ce contre-temps que sont dues diverses lacunes qu'on remarquera dans le tableau suivant.

ANALYSES CHIMIQUES

DES

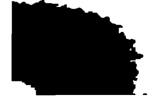
CHARBONS DE TERRE DE LA CHAINE DU DONETZ,

PAR M. MALINVAUD.

(Voir, à la fin du chapitre III, le tableau général des gîtes et des couches de charbon de terre, composant les huit groupes de houillères de la chaîne du Donetz.)

Analyses chimiques des

DÉSIGNATION des charbons de terre soumis à l'analyse.			RÉSULTATS de la distillation pour 1,000 de combustible.			Pyrite contenue dans 1,000 de combustible.	QUANTITÉ DE produite par la 1,00 de comb sur un excès de	
Lettres d'ordre des gîtes.	NOMS DES GITES.	Numéros d'ordre des couches.	COKE. Carbone.	COKE. Cendres.	Matières volatiles.		Maximum.	Minimum
			I. GROUPE DES HOUI					
a	Pétrovskaïa	1	0,512	0,054	0,454	0,059	25,92	25 78
		2	0,517	0,053	0,430	0,062	25,28	25,15
		3	0,492	0,073	0,435	0,054	25,50	25,42
		4	0,497	0,062	0,441	0,015	24,26	24,04
		Mélange.	0,545	0,067	0,338	0,047	25,90	25,81
		Mélange.	0,557	0,065	0,378	0,047	26,13	26,05
		Mélange.	0,548	0,054	0,398	0,049	26,04	25,87
	Moyennes		0,529	0,062	0,409	0,028		
			II. GROUPE DES HOU					
a	Privolnoé	6	0,475	0,091	0,434	0,086	24,96	24,94
b	Licitchia-Balka	7	0.523	0,057	0,420	0,042	24,20	24,06
		8	0,517	0,026	0,457	0,012	25.64	25,65
		9'	0,509	0,044	0,447	0,028	25.76	25,71



la chaîne du Donetz.

OBSERVATIONS.	
CARACTÈRES PHYSIQUES DU COMBUSTIBLE.	CARACTÈRES CHIMIQUES DU COMBUSTIBLE.
...E-SUPÉRIEUR.	
Houille légère, assez dure, brillante, fissile, avec **...arbon** friable analogue au charbon de bois empâté ...ns la masse.	Coke fritté ; odeur d'acide sulfureux à l'ouverture du creuset de calcination; cendres d'un rouge foncé.
Houille dure, brillante, à cassure irrégulière.	Coke fritté, friable ; forte odeur d'acide sulfureux à l'ouverture du creuset ; cendres volumineuses d'un rouge foncé.
Houille dure, fissile, à structure hétérogène, pré-...ntant, entre les feuillets, des parties mates à cas-...re terreuse, et des parties brillantes à cassure con-...oïde.	Coke fondu, assez résistant, gris foncé, compacte, sonore ; cendres jaunâtres, volumineuses.
Houille analogue à la précédente; charbon terreux friable abondant dans les parties mates.	Coke fritté, gris noir, friable; cendres volumineuses, d'un gris clair.
Analyses faites sur des fragments choisis dans un ...s contenant des houilles extraites de chacune des ...uches, et principalement des couches n°s 2 et 3. ...s échantillons choisis aussi purs que possible se ...isaient remarquer par l'abondance des parties vi-...euses à cassure conchoïde.	Coke fritté, quelquefois parsemé de points brillants, fondus, gris d'acier; cendres rougeâtres, ordinairement volumineuses.
...A-BALKA.	
Houille tendre, ordinairement terne dans la cas-...re, très-fissile.	Coke pulvérulent, à peine fritté en quelques points; forte odeur d'acide sulfureux à l'ouverture du creuset de calcination ; cendres d'un rouge brique.
Houille d'un bel aspect, à cassure luisante, vitreuse, ...nchoïde, sans mélange de parties ternes; très-dure.	Coke fritté, friable, gris foncé; cendres rougeâtres.
Houille assez semblable à la précédente : éclat plus ...as ; abondance de charbon terreux et friable, em-...âté dans la masse.	Coke fondu, boursouflé, poreux, gris foncé, assez résistant.
Houille très-dure, schisteuse ; cassure mate.	Coke bien fondu, très-dense; culot moulé sur le fond du creuset présentant à son centre une cavité contenant un bouton arrondi de coke à surface éclatante.

Analyses chimiques des

DÉSIGNATION des charbons de terre soumis à l'analyse.			RÉSULTATS de la distillation pour 1,000 de combustible.			Pyrite contenue dans 1.000 de combustible.	QUANTITÉ DE produite par la 1,00 de comb sur un excès de	
Lettres d'ordre des gîtes.	NOMS DES GITES.	Numéros d'ordre des couches.	COKE. Carbone.	COKE. Cendres.	Matières volatiles.		Maximum.	Minimum
							GROUPE DES HOU	
b	Licitchia-Balka (*suite*)	9^2	0,552	0,072	0,376	0,045	26,10	25,94
		9^3	0,521	0,078	0,401	0,056	24,56	24,46
		9^4	0,513	0,051	0,436	0,018	25,05	24,85
		13^1	0,445	0,081	0,476	0,049	26,09	25,90
		13^2	0,485	0,066	0,449	0,060	25,65	25,56
c	Tiérientiéva	14	0,510	0,076	0,414	0,051	24.75	24,60
d	Orlovka-Balka	15	0,538	0,018	0,444	0,008	24.85	24.71
		16	0.521	0,053	0,426	0,045	25,72	25,50
	Moyennes		0,508	0,059	0,433	0,057		
							III. GROUPE DES HOUI	
a	Anninskoe	25	0,769	0,035	0,196	0 055	31,20	31,06
b	Territoire de Goloubovka	24	0,567	0,013	0,420	Traces.	22.38	22,20
h	Élénovskoé	30	0.604	0,028	0.374	Id.	27.10	26,92

le la chaîne du Donetz.

OBSERVATIONS.	
CARACTÈRES PHYSIQUES DU COMBUSTIBLE.	CARACTÈRES CHIMIQUES DU COMBUSTIBLE.
IA-BALKA (*suite*).	
Cette variété de houille est, comme les deux suivantes, prise dans la même couche que la variété précédente. — Elle est très-dure, schisteuse, et contient beaucoup de houille terreuse friable.	Coke pulvérulent ; odeur d'acide sulfureux à l'ouverture du creuset ; cendres d'un rouge foncé.
Houille compacte, fissile, à couches alternatives, ternes et vitreuses. — Joints des feuillets formés par parties où abonde le charbon terreux friable, semblable au charbon de bois.	Coke fritté assez résistant, avec parties fondues brillantes, gris clair ; cendres d'un rouge foncé.
Mélange de huit variétés prises dans la couche qui fournit les trois échantillons précédents.	Culot de coke bien fondu à l'intérieur, fritté à la surface ; cendres d'un brun rougeâtre.
Houille schisteuse, à lits alternatifs : les uns à cassure vitreuse, les autres formés presque exclusivement de houille terreuse, friable, semblable au charbon de bois.	Coke très-boursouflé, poreux, à surface concrétionnée très-brillante, d'un éclat argentin, gris terne dans la cassure ; cendres d'un rouge foncé.
Houille à structure irrégulière, chargée de pyrite.	Coke fondu poreux, gris d'acier, assez dense, avec une grosse bulle à l'intérieur du culot ; cendres d'un rouge foncé.
Houille très-schisteuse avec matières terreuses visibles dans la masse.	Coke pulvérulent avec quelques points brillants frittés ; cendres d'un rouge foncé.
Houille dure, à cassure inégale, brillante.	Coke fritté, friable, gris foncé ; cendres d'un rouge clair.
Houille assez tendre, avec charbon terreux, friable, empâté dans la masse.	Coke pulvérulent, gris noir foncé ; cendres rouges.
IGANE.	
Houille tendre, à structure un peu fibreuse, à éclat gras, à cassure inégale : analogue aux meilleures variétés de houille maréchale des bassins de la Loire et Newcastle.	Coke très-boursouflé, poreux, ayant rempli toute la capacité du creuset ; cendres rouges.
Houille tendre, à cassure terne, mate, inégale ; se divisant aisément en petits fragments irréguliers.	Coke fritté, à fragments faiblement agglomérés ; cendres d'un blanc jaunâtre.
Houille tendre, à cassure inégale, brillante ; se délitant aisément à l'air ; non pyriteuse.	Coke pulvérulent, gris foncé ; cendres blanches.

Analyses chimique des (

DÉSIGNATION des charbons de terre soumis à l'analyse.			RÉSULTATS de la distillation pour 1,000 de combustible.			Pyrite contenue dans 1,000 de combustible.	QUANTITÉ DE produite par la 1.00 de comb sur un exces de	
Lettres d'ordre des gîtes.	NOMS DES GITES.	Numéros d'ordre des couches.	COKE. Carbone.	Cendres.	Matieres volatiles.		Maximum.	Minimum
							GROUPE DES HOU	
k	Territoire de Sabojourskoé.	34	0,595	0,070	0,335	0.013	25.46	25.08
m	Pavlovskoé...............	36	0,725	0,108	0 167	0,025	28,80	28.65
p	Goroditché...............	43	0,756	0,056	0,208	0,027	28.65	28,50
s	Celeznevka...............	46	0,599	0,089	0,312	0.006	26.33	26.27
v	Biéloé...................	49[1]	0,513	0.073	0.414	0.038	27,50	27.34
		49[2]	0,537	0.050	0.413	0,028	27.78	27.65
		49[3]	0,500	0,081	0,419	0.087	25.54	25.50
		49[4]	0,489	0,118	0,393	0.010	26.09	26.07
x	Ouspenskoé...............	52	0,531	0,068	0,401	0,035	26.94	26,73
	Moyennes..........		0,599	0,064	0,337	0,025		
							IV. GROUPE DES HOUI	
a	Pétropavlovka............	51	0,784	0.068	0,148	0,052	28.31	28.37
c	Oriékhovo (le petit).......	60	0,616	0,234	0,150	0.104	25,18	25.06
		61	0,466	0,124	0 410	0 012	21.21	21.16

s chaîne du Donetz.

OBSERVATIONS.	
CARACTÈRES PHYSIQUES DU COMBUSTIBLE.	CARACTÈRES CHIMIQUES DU COMBUSTIBLE.
ss (*suite*).	
ouille tendre, à structure ordinairement inégale, quefois fibreuse; se divisant par le choc en fragts irréguliers.	Coke pulvérulent, noir; cendres légèrement rougeâtres.
ouille très-tendre, à cassure brillante; se divipar le choc en petits fragments qui offrent des es de structure lamelleuse.	Culot de coke fritté, compacte et dur au milieu de la masse, pulvérulent à la surface; cendres rougeâtres.
ouille dure, à cassure inégale et éclatante.	Coke pulvérulent, gris foncé; cendres rougeâtres.
ouille dure, très-lamelleuse; cassure alternative: mate et brillante.	Coke légèrement fritté; cendres très-volumineuses et légères, d'un blanc grisâtre.
ouille assez tendre, à structure très-lamelleuse. e en petit.	Coke très-bien fondu, très brillant à la surface, gris blanc à l'intérieur, poreux et même rempli de grandes bulles; grenailles de coke fondu adhérentes aux parois du creuset; cendres d'un rouge foncé.
ouille assez tendre, à cassure inégale, brillante.— été prise, comme la suivante, dans la couche qui urni l'échantillon précédent.	Coke bien fondu, boursouflé, bulleux, blanc d'argent à la surface; cendres d'un rouge foncé.
ouille à structure irrégulière, à cassure ordinaint mate, sauf quelques lits minces très-brillants, égnés de pyrite.	Coke bien fondu, léger, bulleux, blanc d'argent à la surface, gris d'acier dans la cassure, cendres d'un rouge foncé.
élange de huit variétés prises dans la même coupe les trois échantillons précédents.	Coke bien fondu, compacte, gris d'acier à l'intérieur et à l'extérieur, avec un bouton arrondi dans une bulle au milieu du culot; cendres d'un rouge foncé.
ouille très-dure, à structure inégale; se divisant e choc en fragments amorphes; quelquefois lamel: et brillante; avec houille terreuse, friable, em: dans la masse.	Coke bien fondu, compacte, ne présentant qu'une seule bulle, blanc d'argent à la surface, plus gris à l'intérieur; cendres d'un rouge foncé.
GANTCHIK ET DE LA KAMENKA.	
ouille anthraciteuse très-dure; cassure inégale, entant des parties planes.	Coke pulvérulent, à peu près semblable à la houille; cendres d'un rouge foncé.
ouille dure, se divisant par le choc en fragments llaires, terne dans la cassure.	Coke pulvérulent; cendres d'un rouge foncé.
ouille tendre, pulvérulente à l'affleurement de la he	Coke pulvérulent, semblable à la houille; cendres grises.

Analyses chimiques des c

DÉSIGNATION des charbons de terre soumis à l'analyse.			RÉSULTATS de la distillation pour 1,000 de combustible.			Pyrite contenue dans 1,000 de combustible.	QUANTITÉ DE produite par la ré 1,00 de combu sur un excès de li	
Lettres d'ordre des gîtes.	NOMS DES GÎTES.	Numéros d'ordre des couches.	COKE. Carbone.	COKE. Cendres.	Matières volatiles.		Maximum.	Minimum.
							GROUPE DES HOUILLÈ	
d	Territoire de Pervozvanovka.	62	0,663	0,074	0,263	0.013	26.69	26,63
e	Pervozvanovka	64	0,471	0,114	0,415	0,007	20,37	20,33
f	Oriékhovaïa-Balka	65	0,436	0,086	0,478	0,007	19.22	19.07
		66	0,843	0,030	0,127	0.018	32.63	32,55
		67	0,823	0,025	0,152	0 006	31,05	30,93
g	Roubejnaïa-Balka	69	0,571	0,040	0,389	0,013	26 22	26,21
h	Territoire de Krasnanskoï	72	0,673	0,032	0,295	0,007	26.31	26,30
i	Ilinka	82¹	0,640	0,174	0,186	0,073	27,15	27,00
		82²	0,619	0,069	0,312	0,006	24,64	24,54
		82³	0,593	0,077	0 330	0,012	22 87	22,85
		83	0,754	0,074	0,172	0 017	30,62	30,57
o	Biélinka	91¹	0,571	0,109	0 320	0,065	28,89	28,78
		91²	0,586	0,072	0,342	0,006	24,42	24,34

de la chaîne du Donetz.

OBSERVATIONS.

CARACTÈRES PHYSIQUES DU COMBUSTIBLE.	CARACTÈRES CHIMIQUES DU COMBUSTIBLE.
ET DE LA KAMENKA (*suite*).	
Houille tendre, à cassure inégale, se divisant par le choc en fragments qui offrent des facettes brillantes.	Coke pulvérulent ayant à peu près l'aspect de la houille ; cendres d'un blanc grisâtre.
Houille se montrant pulvérulente à l'affleurement de la couche.	Coke pulvérulent comme la houille.
Houille tendre, brillante, se réduisant par le choc en petits fragments amorphes.	Coke pulvérulent, conservant la forme des fragments de houille ; cendres d'un gris jaunâtre.
Houille dure, cassure inégale et éclatante.	Coke gris foncé, pulvérulent ; cendres d'un rouge foncé.
Comme la précédente.	Coke pulvérulent ; cendres d'un rouge brique.
Comme la précédente.	Coke pulvérulent ; cendres rougeâtres.
Houille tendre et brillante, à cassure sublamellaire, se divisant par le choc en petits fragments de forme prismatique.	Coke pulvérulent, gris ; cendres légèrement rougeâtres.
Houille en poudre, donnée par le sondage exécuté en cette localité par M. A. de Démidoff, prise dans la mèche de la tarière, paraissant exempte des matières terreuses du toit.	Coke pulvérulent, avec quelques petits globules brillants, fondus ; cendres d'un brun rougeâtre.
Houille prise à l'affleurement où elle se délite en petits fragments amorphes assez brillants.	Coke non fondu, conservant la forme des fragments de houille, mais d'une nuance plus grise ; cendres d'un blanc jaunâtre.
Mélange de fragments pris dans le même affleurement que l'échantillon précédent.	Coke pulvérulent ; cendres jaunes.
Houille de la grande couche inférieure, donnée par le même sondage qui a rapporté l'échantillon n° 82, prise dans la mèche de la tarière, paraissant exempte de la roche du toit.	Coke bien fondu, très-compacte et très-dur, avec une seule bulle ; couleur gris d'acier ; cendres d'un rouge foncé.
Houille tendre, lamelleuse, brillante.	Coke fritté, demi-fondu, gris d'acier, à structure feuilletée comme la houille, avec une seule bulle à l'intérieur du culot ; cendres d'un rouge foncé.
Mélange de plusieurs variétés de la couche précédente ; la plupart tendres et lamelleuses.	Coke demi-fritté, avec petits globules fondus ; couleur gris d'acier ; cendres blanches.

Analyses chimiques de

DÉSIGNATION des charbons de terre soumis à l'analyse.			RÉSULTATS de la distillation pour 1,000 de combustible.			Pyrite contenue dans 1.000 de combustible.	QUANTITE D produite par la 1,00 de com sur un excès d	
Lettres d'ordre des gîtes.	NOMS DES GITES.	Numéros d'ordre des couches.	COKE. Carbone.	COKE. Cendres.	Matières volatiles.		Maximum.	Minim
GROUPE DES HOUI								
o	Biélinka (*suite*)........	94^{1}	0,654	0,062	0,284	»	26,30	[illegible]
		94^{2}	0,578	0,092	0,330	»	25,36	[illegible]
		95^{1}	0,571	0,104	0,328	0,063	26,44	[illegible]
		95^{2}	0,576	0,086	0,338	0,074	24,90	[illegible]
	Moyennes..........		0,624	0,088	0,288	0,028		
V. GROUPE DES HO								
b	Vallée de la Riguine.......	107	0,674	0,138	0,188	0,059	27,40	[illegible]
		108	0,543	0,132	0,325	0,017	25,82	[illegible]
		109^{1}	0,743	0,163	0,094	0,068	28,65	[illegible]
		109^{2}	0,747	0,127	0,126	0,059	30,92	[illegible]
c	Vallee de la Govennaia.....	112	0,460	0,119	0,421	0,013	20,18	[illegible]
		113	0,565	0,066	0,369	0,012	27,56	[illegible]



...e de la chaîne du Donetz.

OBSERVATIONS.	
CARACTÈRES PHYSIQUES DU COMBUSTIBLE.	CARACTÈRES CHIMIQUES DU COMBUSTIBLE.
...ET DE LA KAMENKA (*suite*).	
Houille brillante, lamelleuse; échantillon choisi **parmi les** plus purs.	Coke pulvérulent; cendres blanches.
Mélange de diverses variétés appartenant à la même **couche que** l'échantillon précédent.	Coke pulvérulent, plus gris que la houille; cendres grises.
Houille assez tendre; se délitant en petits fragments à l'affleurement de la couche.	Coke fondu, gris métallique, plus clair à la surface; très-boursouflé et très-léger, une grande bulle à l'intérieur du culot; cendres d'un rouge brun.
Mélange de diverses variétés appartenant à la **même couche** que l'échantillon précédent.	Coke analogue au précédent, moins boursouflé; cendres rouges.
...KAIA.	
Houille tendre, lamellaire; mélange de deux variétés **du même** affleurement.	Coke pulvérulent, peu fritte; cendres d'un rouge foncé.
Houille tendre, lamellaire.	Coke pulvérulent, fragments de houille peu modifiés, sauf une nuance plus grise; cendres d'un rouge foncé.
Houille lamellaire, fibreuse, assez brillante, d'un **noir un** peu grisâtre.	Coke pulvérulent; cendres d'un rouge foncé.
Mélange de plusieurs variétés provenant du même **affleurement** que l'échantillon précédent.	Coke pulvérulent; cendres d'un rouge très-foncé.
Houille tendre, se divisant facilement par le choc en **petits fragments** amorphes.	Coke fritté, peu aggloméré, gris noir; cendres d'un blanc jaunâtre.
Houille tendre à structure irrégulière, un peu **fibreuse**.	Coke pulvérulent; cendres légèrement rougeâtres.

Analyses chimiques des

DÉSIGNATION des charbons de terre soumis à l'analyse.			RÉSULTATS de la distillation pour 1,000 de combustible.			Pyrite contenue dans 1,000 de combus-tible.	QUANTITÉ D produite par la 1,00 de com sur un excès d	
Lettres d'ordre des gîtes.	NOMS DES GITES.	Numéros d'ordre des couches.	COKE. Carbone.	COKE. Cendres.	Matières volatiles.		Maximum.	Minimu
							GROUPE DES H	
c	Val. de la Govennaïa (*suite*).	121	0,546	0,112	0.342	0,029	22,70	22,61
		125	0,428	0,179	0,393	0 042	17,51	17,48
		129	0,660	0,064	0,276	0,012	24,31	24,19
d	Oust-Doubovskoï	132[1]	0,607	0,099	0,294	0,019	26,65	26,63
		132[2]	0,651	0,072	0,277	0,012	26,31	26,15
	Moyennes		0,600	0,125	0.275	0,029		
							VI. GROUPE DES HOU	
a	Ekaterinenskaia	144	0,575	0,057	0,368	0,013	23,20	23,18
b	Nijni-Cebriakov	148	0,886	0,040	0,074	0,039	32,10	32,29
c	Ravin de Diédova	150	0,869	0,041	0,090	0,040	34,72	34,63
d	Roubejnoï	152	0,862	0,045	0,093	0,028	34,47	34,45
		153	0,582	0,255	0,183	0,018	24,25	24,15
f	Sadkovskoi	156	0,878	0,059	0,083	0,036	34,85	34,76



de la chaîne du Donetz.

OBSERVATIONS.	
CARACTÈRES PHYSIQUES DU COMBUSTIBLE.	CARACTÈRES CHIMIQUES DU COMBUSTIBLE.
...AIA (*suite*).	
Houille tendre, se divisant aisément par le choc en **petits fragments** amorphes.	Coke pulvérulent, semblable à la houille, sauf la nuance plus grise; cendres jaunâtres.
Houille tendre, cassure inégale, terreuse, paraissant **impure** à l'affleurement.	Coke pulvérulent; cendres jaunâtres.
Houille assez tendre, se divisant aisément en petits **fragments amorphes**.	Coke pulvérulent; cendres volumineuses, rougeâtres.
Houille lamellaire, brillante, d'un beau noir, avec **lits minces** de houille terreuse, friable, analogue au **charbon** de bois.	Coke pulvérulent, avec quelques petits globules fondus; cendres d'un rouge pâle.
Mélange de plusieurs variétés prises dans le même **affleurement** que l'échantillon précédent.	Coke pulvérulent comme le précédent; cendres roses.
...-INFÉRIEUR.	
Houille terreuse, pulvérulente; variété la moins impure fournie par l'affleurement.	Coke pulvérulent; cendres jaunâtres, très-volumineuses.
Anthracite dur, à structure très-homogène, à cassure vitreuse, conchoïde, brillante.	Coke pulvérulent, de nuance un peu plus grise que l'anthracite; cendres rougeâtres.
Anthracite dur, compacte, homogène, à cassure vitreuse, conchoïde, brillante; çà et là pénétré de **filets** de quartz hyalin.	Coke pulvérulent; cendres rougeâtres.
Anthracite homogène, à cassure vitreuse, conchoïde, **brillante**.	Coke pulvérulent; cendres d'un rouge très-foncé.
Houille dure, compacte, se divisant par le choc en **fragments** prismatiques.	Coke pulvérulent; cendres d'un rouge foncé.
Anthracite à structure lamelleuse, brillante; avec **charbon** terreux, friable, analogue au charbon de bois.	Coke pulvérulent; cendres d'un rouge foncé.

Analyses chimiques de…

DÉSIGNATION des charbons de terre soumis à l'analyse.			RESULTATS de la distillation pour 1,000 de combustible.			Pyrite contenue dans 1,000 de combustible.	QUANTITÉ D… produite par la… 1,00 de com… sur un excès…	
Lettres d'ordre des gîtes.	NOMS DES GITES.	Numéros d'ordre des couches.	COKE. Carbone.	COKE. Cendres.	Matières volatiles.		Maximum.	Minim…
							GROUPE DES H…	
q	Vallée de la Grouchevka	175^{1}	0,885	0,024	0,091	0,005	31,55	31,5…
		175^{2}	0,883	0,020	0,097	0,017	31,26	31,41
		176^{1}	0,900	0,023	0,077	0,013	31,68	31,57
		176^{2}	0,723	0,103	0,174	0,024	28,94	28,70
r	Vallée de la Nesvitaï	177	0,868	0,036	0,096	0,008	30,63	30,58
	Moyennes		0,810	0,061	0,129	0,019		
							VII. GROUPE DES HOU…	
a	Terr. de Krasnoï-Kouth	178	0,666	0,014	0,320	0,004	29,20	29,07
d	Dolginskoï	182	0,876	0,036	0,088	0,006	31,45	31,32
		183	0,851	0,026	0,123	Traces.	31,15	30,96
	Moyennes		0,798	0,025	0,177	0,003		
							VIII. GROUPE DES HO…	
a	Gelieznoé	191	0,636	0,014	0,350	Traces.	27,80	27,76
		194	0,548	0,085	0,367	0,087	27,50	27,38



…le la chaine du Donetz.

OBSERVATIONS.

CARACTÈRES PHYSIQUES DU COMBUSTIBLE.	CARACTÈRES CHIMIQUES DU COMBUSTIBLE.
…SE-INFÉRIEUR *(suite)*.	
Anthracite très-dur, avec éclat métallique, composé de lamelles à surfaces courbes, éclatantes; avec charbon friable disséminé dans la masse.	Coke pulvérulent ; même aspect que l'anthracite ; cendres rouges.
Anthracite très-dur, à grandes lamelles, avec charbon friable.	Comme le précédent.
Anthracite très-dur, lamelleux en grand, esquilleux en petit, avec charbon friable.	Comme le précédent.
Anthracite très-dur, très-esquilleux, avec indices prononcés de structure lamellaire; éclat métallique prononcé.	Coke pulvérulent ; cendres rougeâtres.
Anthracite dur, à cassure conchoïde, brillante, se divisant par le choc en fragments prismatiques.	Coke pulverulent ; cendres rougeâtres
…US ET DE LA KRINKA.	
Houille tendre, demi-lamelleuse, brillante, sans matières terreuses visibles.	Coke fondu, blanc d'argent à la surface, gris d'acier à l'intérieur; culot boursouflé, presque sphérique, avec une bulle au milieu ; cendres rouges.
Anthracite dur, schisteux, brillant.	Coke pulvérulent ; cendres d'un rouge foncé.
Anthracite très-dur, éclat métallique prononcé : petites lamelles éclatantes ; charbon friable à la surface de séparation des feuillets.	Coke pulvérulent ; cendres jaunâtres
…IOUS ET DU TORETZ.	
Houille dure ; cassure inégale éclatante.	Coke fritté, friable, cendres grisâtres, volumineuses.
Houille brillante, à cassure inégale, à structure un peu fibreuse, chargée de pyrite.	Coke fondu, gris d'acier, poreux, très-léger ; feuillets contournés, très-minces ; cendres d'un rouge très-foncé.

Analyses chimiques des c

DÉSIGNATION des charbons de terre soumis à l'analyse.			RÉSULTATS de la distillation pour 1,000 de combustible.			Pyrite contenue dans 1,000 de combustible.	QUANTITÉ DE produite par la ré 1,00 de combu sur un excès de	
Lettres d'ordre des gîtes.	NOMS DES GITES.	Numéros d'ordre des couches.	COKE. Carbone.	COKE. Cendres.	Matières volatiles.		Maximum.	Minimum.
							GROUPE DES HOU	
a	Gélieznoe (*suite*).	198	0,596	0,077	0,327	0,063	27,64	27,54
		199	0,624	0,037	0,319	0,013	27,79	27,70
b	Zaïtzova.	201	0,567	0,149	0,284	»	24,06	24,07
		202	0,672	0,029	0,299	0,012	29,25	29,08
		204	0,687	0,007	0,306	»	29,90	29,74
		Mélange.	0,599	0,056	0,345	0,006	28,97	28,86
		Mélange.	0,625	0,054	0,321	0,004	29,43	29,27
		Mélange	0,628	0,090	0,282	0,004	26,59	26,50
c	Chterbinovski.	208	0,637	0,020	0,343	0,013	29,05	28,94
		210	0,613	0,022	0,365	0,003	28,67	28,62
e	Aleksandrovka.	216	0,616	0,016	0,368	»	25,82	25,73
h	Soukhi-Iali (ruisseau dit). .	222	0,540	0,020	0,440	»	26,73	26,64
	Moyennes.		0,613	0,050	0,337	0,013		

le la chaîne du Donetz.

OBSERVATIONS.

CARACTÈRES PHYSIQUES DU COMBUSTIBLE.	CARACTÈRES CHIMIQUES DU COMBUSTIBLE.
BOUS ET DU TORETZ (*suite*).	
Houille assez dure, brillante, à cassure inégale; indices de structure schisteuse.	Coke fondu, léger, poreux, très-boursouflé, friable, à feuillets minces, contournés; cendres d'un rouge foncé.
Houille peu dure, brillante, à cassure inégale, à structure fibreuse.	Coke fondu, non boursouflé, compacte, dur; cendres rougeâtres.
Houille tendre, brillante, à cassure irrégulière.	Coke fritté, friable, gris noir; cendres peu volumineuses, d'un blanc grisâtre.
Houille assez tendre, brillante, à structure fibreuse, à cassure inégale.	Coke fondu, dur, boursouflé, sonore, gris noir, cendres rougeâtres, peu volumineuses.
Houille assez dure, brillante, à cassure inégale.	Coke fondu, boursouflé, comme feuilleté, gris d'acier; cendres d'un rouge jaunâtre.
Houille choisie, à cause de son bel aspect, dans un tas de houille exploité en cette localité, et provenant des diverses couches.	Coke fondu, blanc d'argent à la surface, noir brillant à l'intérieur; bulleux, comme feuilleté; cendres rougeâtres.
Idem.	Coke semblable au précédent, un peu plus dense.
Idem	Coke pulvérulent, demi-fritté, parsemé de points brillants, fondus; cendres rougeâtres.
Houille assez dure, demi-lamellaire, demi fibreuse.	Coke fondu, comme feuilleté, boursouflé, volumineux, gris d'acier; cendres d'un rouge noirâtre.
Houille assez dure, à cassure inégale, brillante.	Coke fondu, tendre, très-boursouflé, à feuillets contournés, minces; couleur gris d'acier; cendres rougeâtres.
Houille peu dure, à cassure inégale, indices de structure lamellaire.	Coke fritté, demi-pulvérulent, gris foncé; cendres d'un blanc jaunâtre.
Houille assez dure, à cassure conchoïde, éclatante par places, mate en d'autres endroits.	Coke légèrement fritté, gris foncé; cendres d'un blanc jaunâtre.

NOTA.

Les lettres et les numéros d'ordre placés dans les colonnes 1 et 3 de ce tableau correspondent à ceux que contiennent les colonnes 1 et 4 du *Tableau général des gîtes et des couches de charbon de terre*, inséré ci-dessus à la fin du chapitre III.

Les chiffres joints comme exposants aux chiffres principaux de la 3e colonne indiquent diverses variétés de charbon prises dans une même couche. Le chiffre principal est le même que celui qui définit cette couche dans la colonne 3 du Tableau général annexé au chapitre III.

NOTICE

SUR LES

SONDAGES ET SUR DIVERS AUTRES TRAVAUX DE RECHERCHE

EXÉCUTÉS DANS LA CHAINE CARBONIFÈRE DU DONETZ, PENDANT LES ANNÉES 1837, 1838 ET 1839,

PAR MM. MALINVAUD ET AYRAUD.

Dans l'incertitude où l'on était sur la nature des terrains que devaient traverser les sondages, on avait dû choisir un matériel propre à surmonter la plupart des difficultés qui peuvent se présenter dans ce genre de travaux : l'expérience a prouvé l'utilité de ces précautions; fort heureusement aussi, la partie essentielle de notre matériel s'est trouvée parfaitement en harmonie avec la nature des terrains avec lesquels nous avons opéré.

Les tiges de toutes nos sondes, une seule exceptée, étaient assemblées à vis. Les outils les plus simples, tels que les trépans à taillants de diverses formes, ont presque toujours suffi pour traverser les psammites, les schistes durs et les calcaires, que nous

avons constamment rencontrés à toutes les profondeurs, comme membres dominants dans le terrain carbonifère. Nous avons employé les tarières, les langues américaines et les mèches anglaises pour traverser les schistes tendres qui se trouvent subordonnés aux roches précédentes, ou les argiles et les sables crétacés qui, en plusieurs localités, recouvrent le terrain carbonifère. Pour extraire les débris accumulés au fond du trou par le travail de la sonde, nous avons toujours employé avec succès les tuyaux à soupape plate et à soupape sphérique (1).

A l'occasion des nombreux accidents que nous avons éprouvés dans le sondage n° 2 de Roubejnoï, nous avons fait usage de tuyaux en tôle de différents diamètres pour maintenir les parois du forage, et de tiges assemblées à enfourchement. Dans les ruptures de tiges et d'instruments, qui fort heureusement ne se sont présentées qu'en petit nombre, nous avons dû employer tous nos instruments raccrocheurs, tels que caracoles, arrache-tuyaux, cloches à galets et à vis, etc.

Notre matériel, qui ne contenait rien de superflu, s'est trouvé à peu près suffisant; il a tout au plus laissé quelque chose à désirer dans les psammites quartzeux, excessivement durs, que nous avons rencontrés à Popovskoï, dans la vallée de la Grouchevka. Ce forage eût été poussé avec plus d'activité si nous avions eu à notre disposition un appareil chinois : toutefois, vu le manque de forgerons habiles dans le pays, ce dernier matériel eût été d'un entretien très-difficile; peut-être, par ce motif, eussions-nous été dans la nécessité d'y renoncer, lors même que nous aurions eu le choix des deux sortes d'appareils.

Sauf quelques accidents entièrement locaux, la formation carbonifère du Donetz offre des circonstances éminemment favorables aux sondages; et, sous ce rapport, elle l'emporte notablement sur la plupart des terrains houillers qu'on a jusqu'à présent explorés en France. Toutefois les sondages que nous avons exécutés ont en général été poussés moins vivement, et sont revenus à un prix

(1) Cet ingénieux outil, que nous avons trouvé d'un usage excellent dans tous nos sondages, a été inventé par M. Ayraud. F. LP.

plus élevé que ceux qu'on exécute en France, dans des conditions physiques moins avantageuses.

Malgré le concours actif que nous a accordé M. Kolounoff, directeur du comptoir de MM. de Démidoff à Taganrog, nous avons en général éprouvé de très-grandes difficultés pour amener au temps prescrit et en quantité convenable, aux lieux qui nous avaient été indiqués, le matériel des sondes, les bois nécessaires pour la construction des chèvres et des barraques, les combustibles, les forges de campagne, les vivres et les autres approvisionnements.

Le climat rigoureux des hivers a apporté, par plusieurs motifs, des entraves à nos travaux, notamment en retardant l'arrivée de certains approvisionnements, et surtout, du combustible nécessaire pour la réparation des outils.

Nous n'avions à notre disposition que quatre contre-maîtres français habitués aux travaux de sondage : le personnel nombreux qui nous était nécessaire pour mener de front, nuit et jour, quatre sondages à la fois, nous a été fourni, suivant des ordres supérieurs, par les administrations des mines de Licitchia-Balka et de l'usine impériale de Lougane. Malheureusement ces ouvriers étaient entièrement étrangers à ce genre de travaux : ils ne se distinguaient que par leur docilité et par une adresse de main assez remarquable. D'après les instructions de M. A. de Démidoff, les appointements de ces ouvriers avaient été portés beaucoup au-dessus du taux qui leur est accordé par l'administration; au point que le quart de ces appointements était à peine absorbé par les frais de nourriture. Malgré les avantages qui leur avaient été assurés, ces ouvriers n'ont point produit en général un travail journalier comparable à celui que nous trouvons dans nos ateliers ordinaires. Il n'y avait au reste aucune mauvaise volonté dans leur fait; et l'on conçoit très-bien d'ailleurs, par l'exemple de tous les pays, que des hommes, formés à d'autres travaux, éprouvassent de la difficulté à contracter de nouvelles habitudes de travail.

Les difficultés que nous avons eu à combattre tenaient, comme on le voit, à la nature des hommes, et aussi à des circonstances locales qu'il ne nous a été possible de modifier que très-rarement.

C'est seulement à ces obstacles, et nullement à la nature du sol traversé par les sondages, qu'il faut attribuer la lenteur comparative des travaux dont on va indiquer les principaux résultats.

Les sondages que nous avons exécutés dans la région du Donetz sont au nombre de six, savoir :

1° Sondage d'Ilinka (vallée de la grande Kamenka);
2° —— d'Oust-Doubovskoï (rive gauche du Donetz);
3° —— n° 1 de Roubejnoï (rive droite du Donetz);
4° —— n° 2 ——
5° —— n° 3 ——
6° —— de Popovskoï (vallée de la Grouchevka).

Nous avons fait, en outre, des études topographiques fort exactes et fort étendues, pour coordonner les nombreux affleurements carbonifères qui constituent les gîtes carbonifères de la Riguine, de la Govennaïa et de Nijni-Cébriakov.

1° *Sondage d'Ilinka* (Pl. II) (1).

Ce sondage a été entrepris près des maisons du hameau d'Ilinka, sur la grande Kamenka, à 6 kilomètres environ de l'embouchure de cette rivière dans le Donetz. Le gîte carbonifère que ce sondage a fait connaître est désigné dans le Tableau général (chapitre III), sous les numéros 81, 82 et 83; il fait partie du quatrième groupe de houillères, et est désigné dans ce groupe, soit sur le Tableau général, soit sur la Carte géologique, Pl. Ire, par la lettre d'ordre (I).

(1) Indépendamment de leur utilité technique, les détails figurés sur les planches II à IX ont encore l'avantage de compléter à beaucoup d'égards la description géologique de la formation carbonifère du Donetz. Ces planches indiquent, en effet, pour sept localités différentes, la disposition générale du terrain carbonifère, ainsi que les relations des diverses roches qui le composent, soit entre elles, soit avec les couches de combustible; dressées avec des documents exacts que pouvaient seuls fournir les moyens de recherche employés par M. A. de Démidoff, elles ont une précision qui manque trop souvent aux travaux purement géologiques. F. LP.

Enfin il a été représenté sur la planche II, avec tout le détail désirable

La partie inférieure de la vallée de la Kamenka offre de nombreux affleurements de combustibles, parce que la formation carbonifère y réunit, à la propriété de contenir un assez grand nombre de couches de houille, la condition d'avoir une stratification très-tourmentée. Près du hameau d'Ilinka, les strates de la formation carbonifère se montrent exceptionnellement plus régulières et moins inclinées que dans les autres parties de la vallée; cette localité est d'ailleurs située à une petite distance du Donetz qui, lors des crues du printemps, offre de faciles moyens de transport vers la vallée du Don et la mer d'Azov. Ces motifs, joints à quelques autres considérations secondaires, ont déterminé le choix de cette localité, parce qu'elle semblait promettre une exploitation assez avantageuse, dans le cas où l'on y aurait constaté la présence d'une richesse suffisante en combustible. Le but spécial de ce sondage était de constater si la seule couche de houille qu'on voit affleurer sur la rive gauche de la Kamenka, à 190 mètres au-dessus du moulin d'Ilinka (voir le plan, fig. 1, pl. II), est accompagnée d'autres couches exploitables.

Le sondage d'Ilinka a été commencé le 4 août 1837, et terminé le 15 juin 1838; dans cet intervalle, il a pénétré à une profondeur totale de 111 m. 05.

Par une foule de circonstances, les 315 jours qui se sont écoulés entre le commencement et la fin des travaux n'ont pu être, tant s'en faut, remplis par un travail continu de jour et de nuit. Le contre-maître français, manquant d'un bon forgeron pour la réparation des outils, a dû se charger lui même de ce travail; mais, comme il ne pouvait suffire constamment à tous les soins qu'exigeaient ces réparations, la mise en ordre des échantillons ramenés par la sonde, la tenue du journal, etc., on a dû souvent interrompre le travail de nuit. On a trouvé de grandes difficultés pendant le premier mois des travaux, pour établir une discipline convenable parmi les dix ouvriers indigènes attachés à cet atelier et pour les dresser à la manœuvre de la sonde. Plus tard, ces difficultés ont été complétement levées, et le travail a marché, sous ce

rapport, avec toute l'activité désirable. Le combustible qui affleure en cette localité s'est montré impropre au travail de la forge, même dans une tranchée poussée jusqu'à 3 mètres 50 de profondeur. La houille, qu'il fallait tirer des mines de Licitchia-Balka, a manqué à trois reprises, vu l'impossibilité où l'on était de trouver des moyens de transport; cette circonstance a encore contribué singulièrement à retarder le progrès du sondage.

Par ces divers motifs, 92 journées ont été entièrement perdues pour le travail, savoir : dimanches, 45; jours fériés, 15; jours de chômage forcé, 32. Sur les 223 jours de travail, il y en a, à peine, un tiers pendant lesquels on ait pu pousser les travaux de jour et de nuit. Les 315 jours consacrés au sondage correspondent donc seulement à 150 journées de travail continu. En résumé, en ne tenant compte que du travail effectif, le forage a avancé moyennement de 0 m. 71 par journée de 24 heures.

Les principaux massifs de roches traversés par le sondage d'Ilinka sont indiqués par la liste suivante, où l'on a consigné les épaisseurs indiquées par la sonde même. Pour passer de cette indication aux épaisseurs réelles, il faut se rappeler que les couches étaient moyennement inclinées de 20°.

Roches traversées par le trou de sonde d'Ilinka.

	m.	m.
Terre végétale et *houille*. (On a trouvé tout à côté de l'excavation faite au sommet du forage l'affleurement d'une couche de houille épaisse de 0 m. 28).	0 28—0	28
Psammites micacés, à grains fins, gris, jaunâtres, verdâtres.	21 32	
Schiste argileux, gris-noirâtre, avec mouches de pyrite de fer.	2 85	
Calcaire noir, ferrifère, très-dur.	0 35	
Psammites, comme les précédents.	5 50	
Schiste argileux, gris-noir, assez tendre.	0 65	
Psammite gris foncé, à grains fins.	3 35	
Schiste argileux, gris-noir.	0 70	
Psammite schisteux, gris-verdâtre, tendre.	0 65	
A reporter.	35 65—0	28

	m	m.
Report.	35 65	—0 28
Schiste argileux, gris-noir, assez dur.	2 35	
Houille assez dure; quelques fragments brillants ramenés par la sonde. (C'est la couche qui affleure sur le bord de la Kamenka.).	0 45	—0 45
Schiste argileux, gris-noir, assez dur.	0 25	
Calcaire noir, avec veinules de calcaire spathique blanc.	0 20	
Psammite très-micacé, gris-verdâtre, assez dur.	1 10	
Schiste argileux, gris-noir, ou noir foncé; dureté variable.	4 00	
Psammite gris-clair, très-dur.	0 30	
Schiste argileux, assez résistant, gris.	1 00	
Houille brillante et dure, traversée au trépan, de bonne qualité.	1 80	- 1 80
Schiste argileux, gris ou noir foncé, contenant çà et là des veines très-minces de calcaire et quelques rognons de fer carbonaté.	32 90	
Calcaire gris-noir ou noir foncé, extrêmement dur, ramené par la sonde en même temps que des schistes argileux : on n'a pu décider s'il constitue une couche continue ou seulement une suite de rognons.	3 00	
Schiste argileux, gris foncé.	2 00	
Psammite gris foncé, micacé	1 00	
Calcaire, avec débris de schiste et de psammite.	2 00	
Psammite gris, très-dur.	2 00	
Schiste argileux, noir, assez dur.	4 60	
Psammite micacé, gris, blanc ou verdâtre, dur.	1 27	
Calcaire gris-jaunâtre, compacte, dur.	0 10	
Psammites gris-verdâtre, micacé, à grains fins; dureté variable.	0 70	
Calcaire gris-jaunâtre, avec calcaire spathique blanc. . .	0 08	
Psammite gris-clair, assez dur..	2 15	
Calcaire grisâtre, assez dur.	0 70	
Psammite gris, verdâtre ou bleuâtre, micacé, à grains fins.	5 00	
Schiste argileux, noir-bleuâtre.	0 95	
Psammite micacé, gris-verdâtre, à grains moyens. . .	0 45	
Schiste argileux, de couleur foncée, avec couches minces subordonnées de calcaire noir, ferrifère.	5 05	
Total	111 05	-2 53

Indépendamment des deux couches rencontrées par le forage, on en a découvert une troisième, par un hasard remarquable, en pratiquant, à quelques mètres et à l'ouest du trou de sonde, une tranchée pour y établir la forge (voir le plan et la coupe verticale, fig. 1 et 2). Ainsi qu'on l'a indiqué dans la coupe précédente, cette couche affleure, parallèlement aux autres, exactement à la partie supérieure du système traversé par le forage. Les trois couches reconnues à Ilinka se trouvent donc dans les relations suivantes ; les distances et les épaisseurs étant évaluées suivant la ligne verticale donnée par le sondage même :

1re couche, à la surface du forage, ayant pour épaisseur. . . .	0m.	28
2e — à 38 m au-dessous de la précédente, —	0	45
3e — à 7 m. 30 au-dessous de la précédente. —	1	80
Total.	2m.	53

La planche II, ayant pour titre *Recherches de houille d'Ilinka,* rappelle la plupart des circonstances que l'on vient d'indiquer, et donne d'ailleurs une idée complète de la disposition du gîte carbonifère d'Ilinka. La figure 1re représente le plan topographique du district au centre duquel le sondage a été entrepris; ce plan, de même que tous ceux dont il va être question ci-après, et qui sont figurés sur les planches III à IX, a été levé avec le plus grand soin : la forme des courbes de niveau a été déterminée de 5 mètres en 5 mètres, et on a également relevé la position de tous les affleurements de roches que l'on peut observer. La figure 2 représente la coupe probable du terrain par un plan vertical passant par le trou de sonde; on a dû y laisser indéterminée la nature des massifs qui n'ont pu être reconnus, ni par le sondage, ni par des affleurements suffisamment rapprochés. La figure 3 enfin reproduit, sur une échelle quinze fois plus grande que celle des deux figures précédentes, le détail des roches et des couches de houille traversées par le sondage.

2° *Sondage d'Oust-Doubovskoï* (pl. III).

Ce sondage a été établi à une petite distance au-dessous du ha-

meau de ce nom, sur la rive gauche du Donetz, à 170 mètres seulement du lit de cette rivière, sur le bord d'un plateau fort abrupte. Le gîte carbonifère étudié en cette localité est désigné dans le Tableau général (chap. III), sous les n[os] 132 à 135. Il fait partie du cinquième groupe de houillères; il est désigné, soit sur le Tableau général, soit sur la Carte géologique, par la lettre d'ordre (d); la planche III en représente d'ailleurs tous les détails.

On voit affleurer sur le bord même de la colline escarpée où le forage a été entrepris, et à 35 mètres environ au-dessus du Donetz, une belle couche de houille qui paraît être à peu près horizontale, et être subordonnée à un massif de roches très-régulièrement stratifiées. Dans des conditions aussi favorables, la découverte de nouvelles couches parallèles à la couche connue aurait eu une grande importance; c'est en vue de cette probabilité que le sondage a été résolu. Il a été pratiqué de manière à faire connaître non-seulement tout le massif de roches, qui s'élève à 50 mètres au-dessus du Donetz, mais encore une pareille épaisseur du massif inférieur.

Le sondage d'Oust Doubovskoï a été commencé le 21 décembre 1837 et terminé le 21 juillet 1838. Il a été poussé à une profondeur totale de 98 mètres 74. L'intervalle de 212 jours qui s'est écoulé entre les deux époques a été réparti comme l'indiquent les chiffres suivants :

Jours de chômage.	Dimanches.	30 jours.
	Jours fériés.	14
	Chômages forcés dus à divers accidents. .	44
Jours de travail.		124
	Total.	212

Sur ce nombre de journées de travail, deux tiers au moins ne correspondent qu'à un travail effectif de 12 heures : on n'a donc obtenu en tout, dans l'intervalle de 212 jours, que 141 journées de travail continu de 24 heures. Chacune de ces journées de travail a donc produit un forage moyen de 0 m. 70.

La liste suivante présente l'indication succincte des diverses roches traversées par le forage d'Oust-Doubovskoï.

Roches traversées par le trou de sonde d'Oust-Doubovskoï.

	m.	m.
Terre végétale brun-noir.	0 25	
Schiste jaunâtre et grisâtre, tendre.	1 25	
Houille très-terreuse, avec nombreux feuillets de schiste.	0 50	– 0 50
Psammite nuancé de jaune, de rouge et de vert, souvent micacé ; dureté variable.	4 00	
Schiste argileux, de couleurs foncées, assez tendre. . . .	6 25	
Houille assez tendre, à structure fibreuse, à cassure brillante, exempte de pyrites.	0 50	— 0 50
Schiste argileux ; dureté et nuances variables	7 05	
Psammite, de couleurs claires, jaunâtres et verdâtres, à grains fins ou moyens, assez tendre.	8 30	
Schiste argileux, noir, tendre, quelques rognons très-durs d'hydroxyde de fer.	2 30	
Psammite gris-noir, feuilleté, moyennement résistant. . .	2 40	
Schiste argileux, gris-noir, avec indices de calcaire. . .	1 00	
Calcaire compacte, de couleurs foncées, ordinairement très-dur.	12 75	
Psammite souvent micacé, feuilleté, à grains fins. . . .	5 65	
Schiste argileux, de couleur foncée, assez tendre, souvent imprégné de pyrite.	8 30	
Psammite gris foncé, dur, à grains très-fins, devenant plus tendre à la partie inférieure.	2 50	
Schiste argileux, gris-noir, fissile, assez tendre.	2 50	
Psammite fissile, à grains fins, gris foncé.	1 00	
Schiste argileux, noir, assez dur, avec indices de calcaire et de fer carbonaté.	7 00	
Calcaire gris foncé, compacte.	0 20	
Schiste argileux, brun-noir, avec veinules et rognons de calcaire et de fer carbonaté.	19 25	
Calcaire compacte, gris foncé ou bleuâtre, très-dur. . . .	5 79	
Total.	98 74	– 1 00

Le sondage d'Oust-Donbovskoï n'a donc traversé que deux couches ayant une épaisseur totale de 1 mètre.

La planche III offre le résumé des travaux de recherche entrepris dans cette localité. La figure 1re représente le plan topographique du territoire adjacent au sondage, dans un rayon de 500 mètres environ. Les figures 2 et 3 offrent les coupes verticales du terrain, suivant deux directions choisies de manière à mettre en évidence l'allure des deux couches, et surtout leur relèvement en fond de bateau vers le sud-est du sondage. La figure 4 enfin rappelle avec détail la nature et la disposition relative des roches et des deux couches de houille traversées par le trou de sonde.

3°, 4° et 5° *Sondages de Roubejnoï* (pl. IV et V).

Les trois sondages de Roubejnoï ont été exécutés près du hameau de ce nom, sur la rive droite du Donetz : l'atelier le plus éloigné de ce fleuve en était à la distance de 970 mètres ; l'atelier le plus rapproché, à la distance de 68 mètres seulement. Le gîte carbonifère que l'on a reconnu, sur une assez grande surface, par ces trois trous de sonde est désigné dans le Tableau général (chap. III) par les numéros 151 à 154 ; il fait partie du sixième groupe de houillères : il est désigné dans ce groupe, soit sur le Tableau général, soit sur la Carte géologique, par la lettre d'ordre (d) ; enfin les planches IV et V rappellent les principaux détails observés dans cette localité.

L'attention toute particulière qu'on a donnée à l'exploration de ce gîte a été motivée par la présence d'un assez grand nombre d'affleurements d'anthracite de bonne qualité ; par la disposition régulière et presque horizontale des strates du terrain carbonifère dans toute l'étendue du district au milieu duquel ce gîte est situé ; par les résultats assez encourageants fournis par le premier sondage, et enfin parce que ce gîte est beaucoup mieux placé que les précédents, pour exporter ses produits dans les bassins du Don et de la mer d'Azov.

Le premier sondage a été commencé le 1er septembre 1837 ; le

troisième sondage n'a été terminé que le 31 décembre 1839. On a donc travaillé dans cette localité pendant 2 ans et 4 mois. Voici, en résumé, les principaux renseignements relatifs à l'exécution de ces sondages.

		1er SONDAGE.	2e SONDAGE.	3e SONDAGE.
Commencement du travail		1er septembre 1837	15 juin 1838	23 mai 1839
Fin du travail.		12 juin 1838	28 octobre 1838	31 décembre 1839
Profondeur du trou de sonde. . . .		105 m. 65	60 m. 85	104 m. 14
Jours de chômage.	Dimanches. . .	41	19	32
	Jours fériés. . .	12	13	14
	Accidents divers.	56	10	0
Jours de travail.		176	93	177
Total des journées entre le commencement et la fin de chaque forage.		285	133	223
Journées de 24 heures de travail effectif.		118	62	160
Forage moyen par 24 heures de travail effectif. . . .		0 m. 89	0 m. 98	0 m. 63
—— pour une journée du temps total employé au forage.		0 m. 37	0 m. 45	0 m 47

Ces résultats de trois sondages successivement pratiqués par la même brigade prouvent l'heureuse influence de l'expérience acquise par chaque ouvrier, et surtout de la discipline et de la bonne administration qu'on était parvenu à introduire dans l'atelier. La supériorité des résultats obtenus dans le troisième forage est d'autant plus remarquable, que les roches traversées étaient incomparablement plus dures que celles qui avaient été rencontrées par les deux premiers ; la dureté de certains psammites quartzeux imprégnés de silicate de fer était telle, que pendant des semaines on n'y pouvait forer que 0 mètre 03 par vingt-quatre heures.

Le sondage n° 2 a été interrompu à la profondeur de 60 m. 85, par une suite d'accidents très-compliqués. De même que tous les précédents, il avait été pratiqué avec un diamètre de 0 mètre 06, dans la pensée qu'il ne serait pas nécessaire d'employer des colonnes de tuyaux, pour garantir les parois. Il est donc devenu nécessaire de porter le diamètre du trou, de 0 mètre 06 à 0 mètre 09; de nouvelles difficultés étant survenues pendant cet

équarrissage, il a fallu porter, dans un troisième forage, le diamètre du trou à 0 mètre 14. Cette nouvelle tentative a encore été sans succès : les parois du trou étaient tellement ébouleuses et laissaient arriver une si grande quantité de fragments au contact des outils et des tuyaux de garantie, qu'il a fallu abandonner ce forage, après une multitude de tentatives faites sans succès, depuis le mois d'octobre 1838 jusqu'en mai 1839. C'est à cette dernière époque qu'on s'est décidé à commencer le troisième forage, dont le succès a été complet.

Les listes suivantes donnent l'énumération des roches et des cinq couches de combustible traversées par ces trois sondages.

Roches traversées par le premier sondage de Roubejnoï.

	m.	m.
Terre végétale, noire.	1 00	
Argiles rouges, avec rognons de craie.	4 00	
Sables rouges, peu consistants.	9 00	
Argile rougeâtre, compacte, avec rognons de craie. . . .	0 65	
Sable avec des nuances rougeâtres et jaunâtres, avec fragments de craie, de grès lustré.	8 60	
Argiles blanches, jaunes et rouges, alternant avec des marnes de mêmes nuances, très-compactes, avec fragments de craie.	12 75	
Sables de couleur foncée, consistants.	1 25	
Schistes gris-noir, peu fissiles, avec rognons très-durs imprégnés de silicate de fer.	9 55	
Anthracite compacte, dur, à cassure conchoïde, brillante.	0 30	—0 30
Schiste gris-noir, avec rognons et veines plus durs. . . .	4 80	
Psammite gris-noir, à grains très-fins, très-dur.	0 15	
Anthracite très-chargé de schiste noir, tendre.	0 35	—0 35
Schiste noir, assez dur.	0 70	
Psammite gris-noir, parfois micacé, à grains fins, dureté variable.	8 20	
A reporter.	61 20	—0 65

	m.	m.
Report.	61 20	—0 65
Schiste argileux, gris-noir; caractères assez constants; avec quelques veinules de calcaire gris compacte.	25 60	
Calcaire noir, compacte.	0 55	
Schiste argileux, noir.	0 55	
Calcaire bleu, cassure grenue, très-dur.	1 10	
Anthracite compacte, dur, à cassure conchoïde, éclatante.	0 36	— 36
Schiste argileux, gris-noir; dureté moyenne.	3 86	
Calcaire gris-noir, argileux.	1 45	
Schiste argileux, noir	0 30	
Calcaire compacte, gris-noir; dureté moyenne.	0 80	
Schiste argileux, noir.	0 46	
Calcaire grisâtre, plus ou moins foncé, assez dur. . . .	2 02	
Psammite à grains fins, gris foncé, dur.	1 45	
Schiste argileux, gris-noir, assez dur.	4 95	
Anthracite compacte, dur, à cassure conchoïde, éclatante.	0 50	- 0 50
Schiste argileux, gris-noir, tendre.	0 40	
Total.	105 65	—1 51

Roches traversées par le second sondage de Roubejnoï.

	m.	m.
Terre végétale, gris foncé.	0 82	
Sables gris-jaunâtres, assez fins.	1 63	
Argile noire, avec fragments de schiste, de psammites, etc.	1 31	
Sables gris-jaunâtres, assez fins.	1 35	
Argile jaunâtre, avec quelques fragments de roches carbonifères.	2 99	
Sables gris, un peu argileux, avec quelques fragments. .	0 40	
Psammites gris-jaunâtres et bleuâtres; la plupart très-micacés.	5 80	
Schistes argileux, noirs-bleuâtres, résistants.	9 57	
Calcaire compacte, gris-noir, très-dur.	0 43	
A reporter.	24 50	—0 00



	m.	m.
Report.	24 30	—0 00
Schiste argileux, noir, assez dur.	0 45	
Anthracite compacte, à cassure conchoïde, brillante, très-dur.	0 30	—0 30
Calcaire schisteux, noir, assez dur.	0 19	
Anthracite semblable au précédent.	0 16	0 16
Psammite gris-bleu, à grains très-fins, dur.	3 03	
Schiste argileux, peu feuilleté, gris-noir, dur.	4 17	
Psammite gris-bleu, à grains fins; dureté variable. . . .	1 39	
Calcaire sublamellaire, gris-noir.	1 57	
Psammite gris-noir, à grains fins, dur.	1 60	
Schiste argileux, noir, peu fissile, avec quelques veines de calcaire subordonné	6 96	
Calcaire noir, sublamellaire.	0 15	
Schiste argileux, gris-noir, avec veinules de calcaire noir.	16 38	
Total.	60 85	—0 46

Roches traversées par le troisième sondage de Roubejnoï.

	m.	m.
Terre végétale, brun-noir.	1 00	
Argile gris foncé ou gris pâle, avec débris de psammites. .	3 80	
Psammite gris foncé, à grains fins, dur.	0 96	
Anthracite brillant, dur, à cassure conchoïde.	0 06	—0 06
Psammite schisteux, gris-noir ou bleuâtre, à grains fins, dur.	9 49	
Schiste argileux, noir-bleuâtre, assez dur.	24 94	
Calcaire noir, cassure unie, très-dur, très-compacte. . . .	0 56	
Schiste argileux, noir, compacte, assez dur.	0 58	
Calcaire gris-bleuâtre foncé, très-dur, devenant feuilleté à la partie inférieure de la couche.	0 97	
Anthracite brillant, dur, à cassure conchoïde.	0 30	—0 30
A reporter.	42 66	—0 36

	m.	m.
Report	12 66	0 56
Psammite schisteux très-micacé, avec lits minces de calcaire subordonné.	6 38	
Schiste argileux, noir-bleuâtre.	0 80	
Psammite gris-bleuâtre, micacé.	0 99	
Calcaire gris foncé, compacte, dur.	1 27	
Psammite schisteux, micacé, gris-bleuâtre, à grains fins, très-dur.	2 17	
Schiste argileux, noir-bleuâtre, assez dur.	4 10	
Anthracite brillant, dur.	0 06	0 06
Schiste argileux, bleu-noir, assez dur	0 39	
Calcaire noir, compacte, dur.	0 09	
Anthracite brillant, dur.	0 12	0 12
Psammite gris-bleuâtre, très-dur.	2 98	
Calcaire gris-noir, compacte, dur.	1 38	
Psammite schisteux micacé, gris-bleu, à grains fins, dur. .	0 98	
Schiste argileux, noir-bleuâtre, souvent très-résistant. . .	9 69	
Calcaire noir, compacte, très-dur.	0 75	
Schiste argileux, noir-bleuâtre, dur	0 40	
Anthracite brillant, dur.	0 16	0 16
Psammite grisâtre, à grains fins, excessivement dur. (Pendant quinze jours de travail continu de jour et de nuit, on n'a moyennement foré, dans une partie de cette couche, que 0 m 03 en vingt-quatre heures.).	2 91	
Schiste argileux, noir-bleuâtre; caractères assez constants.	25 86	
Total.	104 14	0 70

Tous les détails relatifs à l'exploration du gîte carbonifère de Roubejnoï ont été consignés sur les planches IV et V. La figure 1re est le plan topographique de la localité; on y a rapporté la position des trois sondages et les affleurements des strates du terrain carbonifère. Les quatre coupes, figures 2, 3, 4 et 5, indiquent la relation présumée des cinq couches d'anthracite reconnues par les sondages et par les affleurements. Les figures 6, 7 et 8 offrent la succession des roches traversées par les trois sondages.

6° *Sondage de Popovskoï* (pl. VI).

Le gîte carbonifère que l'on se proposait d'explorer en cette localité est situé sur la rive droite de la rivière Grouchevka, au-dessus du hameau de Popovskoï. Il est désigné dans le Tableau général (chap. III), par les numéros 175 et 176; il est compris dans le sixième groupe de houillères, et est désigné dans ce groupe, soit sur le Tableau général, soit sur la Carte géologique, par la lettre d'ordre (q).

L'équipage de sonde transporté dans cette localité devait être employé à rechercher s'il existe de nouvelles couches de combustible au-dessus des deux couches d'anthracite aujourd'hui exploitées. Un premier sondage pratiqué en *s* (fig. 2) devait servir à explorer environ 30 mètres de terrain carbonifère au-dessus des massifs reconnus par les travaux d'exploitation; un deuxième forage pratiqué en *s'* (fig. 2) devait traverser 110 mètres environ de terrain supérieur à la première couche, et constater si les couches exploitées se prolongent dans le sein de la terre avec l'inclinaison qu'on leur connaît près des affleurements. Malheureusement un incendie qui a détruit l'atelier, à l'instant où l'on terminait le premier trou de sonde, a mis le matériel hors de service, et n'a pas permis de réaliser la deuxième partie de ce programme.

Le sondage a été commencé le 22 septembre 1837; l'incendie qui a mis fin aux travaux a eu lieu dans la nuit du 21 au 22 novembre de la même année : le forage était presque suspendu depuis une semaine par une roche excessivement dure qui émoussait tous les trépans et dans laquelle on avait à peine pénétré de quelques centimètres. Ce point difficile n'eût pu, selon toute apparence, être franchi qu'avec des outils d'acier fondu. Le sondage a été suspendu à la profondeur de 31 m. 33. Cet atelier n'a guère fourni que 18 jours de travail effectif, ce qui correspond à un forage moyen de 1 m. 74 par journée de 24 heures.

Les roches traversées par le sondage sont énumérées dans la liste suivante :

Roches traversées par le trou de sonde de Popovskoï.

	m.
Terre végétale, rougeâtre.	1 00
Schiste argileux, gris, tendre.	7 33
Schiste charbonneux, trop peu imprégné de matière combustible pour pouvoir être considéré comme l'affleurement d'une couche de charbon de terre.	1 00
Schiste argileux, couleur variant du gris au noir, tendre, avec rognons d'hydroxyde de fer.	12 17
Schiste argileux, noir, ne contenant plus de rognons d'hydroxyde de fer.	9 80
Psammite quartzeux, excessivement dur, à peine entamé par les outils pendant quinze jours de travail.	0 03
Total.	31 33

Le plan topographique, fig. 1, les coupes verticales, fig. 2 et 3, indiquent clairement la disposition générale de ce gîte intéressant que recommandent la bonne qualité de l'anthracite fourni par les deux couches connues, et la régularité remarquable des strates du terrain carbonifère dans un rayon étendu autour des exploitations.

En réunissant aux résultats fournis par le sondage les indications données par le bel escarpement qui borde la rive droite de la Grouchevka, à l'aval du plateau où sont ouvertes les exploitations d'anthracite, on peut affirmer que les deux couches aujourd'hui connues sont les seules qui auraient été rencontrées par le trou de sonde, lors même que celui-ci eût été poussé à la profondeur de 105 mètres.

7° *Recherches de houille de la Riguine* (pl. VII).

Ces études ont été exécutées dans le ravin de la Riguine qui débouche dans la rive droite du Donetz, au-dessus du bourg cosaque de Kamenskaïa ; le gîte carbonifère qu'on y a exploré est situé

à 1 kilomètre environ au-dessus du hameau de Riguinskoï; il est décrit dans le Tableau général (chapitre III), sous les numéros 104 à 110. Il fait partie du quatrième groupe de houillères, et est désigné dans ce groupe, soit sur le Tableau général, soit sur la Carte géologique, par la lettre d'ordre (b).

La fig. 1re, pl. VII, présente le plan topographique de la partie du ravin de la Riguine qui paraît recéler la plus grande partie des affleurements carbonifères : les nombreux affleurements de roches et de couches carbonifères que présente ce petit district donnent une idée assez approchée de la disposition générale des cinq couches observées : les coupes, fig. 2 et 3, indiquent qu'elles affectent la forme d'un bassin cylindrique dont les arêtes offrent une pente assez prononcée dans la direction de l'ouest à l'est. Ces couches se présentent successivement de haut en bas, avec les épaisseurs indiquées ci-après :

				m.	
1re Couche,	n° 106 du Tableau général		. . . .	0	30
2e	—	107	. . . .	0	65
3e	—	108	. . . .	1	30
4e	—	109	. . . .	0	15
5e	—	110	. . . .	0	30
			Total.	2	70

Les cinq couches affleurent toutes au nord du bassin : on a pu retrouver sur le relèvement opposé les affleurements des couches numéros 106 et 108, ainsi que l'indiquent le plan topographique et la coupe, fig. 3.

La deuxième couche et la troisième pourraient être exploitées immédiatement par des galeries horizontales percées au niveau des eaux de la Riguine dans les couches mêmes; les massifs de houille qui se trouveraient au-dessus de ces galeries auraient environ 30 mètres de hauteur verticale : une seule galerie pourrait servir au transport de la houille extraite des deux couches qui ne sont guère séparées que par 10 à 12 mètres de terrain stérile.

8° *Recherches de houille de la Govennaïa* (pl. VIII).

Ces études ont été dirigées sur la partie inférieure de la Govennaïa, petit ruisseau qui débouche dans la rive droite du Donetz, à quelques kilomètres au-dessous du bourg de Kamenskaïa. Les nombreux affleurements de ce gîte carbonifère paraissent appartenir à six ou huit couches distinctes et ont été décrits, pour la plupart, dans le Tableau général (chapitre III), sous les numéros 111 à 131. Ce gîte fait partie de cette zone évidemment continue de dépôts de combustible, qui constitue le sixième groupe de houillères : il est désigné dans ce groupe, soit sur le Tableau général, soit sur la Carte géologique, par la lettre d'ordre (c).

Nous n'avons point rencontré d'affleurements de combustible sur le plateau au milieu duquel est creusée la vallée de la Govennaïa. La fig. 1re de la pl. VIII, qui présente le plan topographique de la vallée, donne une idée fort exacte de la région où l'on peut étudier la constitution de cette partie du cinquième groupe. Cette échancrure disposée à peu près perpendiculairement à la direction générale des couches peut être considérée comme une vaste tranchée naturelle pratiquée dans la direction où elle pouvait le mieux constater l'allure des diverses couches de houille. La coupe verticale, fig. 2, indique la relation présumée des divers affleurements.

Les recherches ultérieures qu'on pourrait entreprendre dans cette localité devraient consister en une galerie horizontale pratiquée au-dessus du niveau du ruisseau, dans la couche de houille épaisse de 1 mètre 15 qui affleure au point *a* du plan, fig. 1re. Il existerait, entre cette galerie et la surface du plateau adjacent, une différence de niveau d'environ 25 à 30 mètres.

9° *Recherches de houille de Nijni-Cébriakov* (pl. IX).

Ce gîte carbonifère est situé dans le territoire du hameau de Nijni-Cébriakov, sur la rivière Bouistraïa, à 4 kilomètres au-dessus du point où elle débouche dans la rive gauche du Donetz ; il est



décrit sur le Tableau général (chapitre III), sous les numéros 145 à 149; il fait partie du sixième groupe de houillères, et est désigné dans ce groupe, soit sur le Tableau général, soit sur la Carte géologique, pl. Ire, par la lettre d'ordre (b).

Le plan topographique, fig. 1re, représente les environs du hameau et du moulin de Nijni-Cébriakov, où affleurent les principales couches d'anthracite reconnues dans ce district ; nous avons toutefois relevé en dehors de ce périmètre la position de deux autres affleurements. Il semble résulter de l'ensemble des faits observés que les affleurements appartiennent à trois couches d'anthracite, peu inclinées dans le territoire adjacent au hameau, et qui se montrent en général beaucoup moins tourmentées que les couches de la localité précédente. Les coupes verticales, fig. 2 et 3, indiquent assez approximativement la relation des trois couches qui paraissent avoir les épaisseurs moyennes indiquées ci-après :

1re Couche,	nos 145 et 146	. . . .	0m.35
2e —	147 et 148	. . . .	0 45
3e —	149	. . . .	0 75
	Total	. . . . .	1m 55

Les deux couches inférieures ont été exploitées anciennement sur une assez grande échelle, par les habitants du pays ; elles fournissaient un combustible de fort bonne qualité. Ces exploitations, qui ont été faites à ciel ouvert, ont été suspendues parce que ce mode de travail commençait à exiger des déblais trop considérables. On pourrait encore extraire, de la tête des couches, au-dessus du niveau de la Bouistraïa, une assez grande quantité de combustible au moyen de puits peu profonds : les exploitations prendraient une certaine importance si l'on attaquait les mêmes couches au-dessous du niveau de cette rivière avec des moyens convenables d'épuisement.

EXPLICATION

De la planche, insérée dans ce volume, en regard de la page 361, représentant le chariot dit télègue, *employé pour les transports dans la Russie méridionale.*

Fig. 1. Projection verticale du télègue attelé de deux bœufs. — Un seul homme peut atteler le télègue de la manière suivante : il soulève d'une main le timon *t* soutenu par la fourchette *e* (fig. 4 et 8) ; puis il introduit avec l'autre main le cou de l'un des bœufs dans le joug (fig. 5), en faisant mouvoir à propos l'une des chevilles mobiles *f*. Le timon étant dès lors soutenu par le premier bœuf, le conducteur approche aisément le deuxième bœuf et l'attelle en répétant la même manœuvre.

Fig. 2. Projection verticale de l'extrémité postérieure du télègue. — *kk*, extrémité de la flèche fixée à l'arrière-train par quatre chevilles correspondant aux quatre trous indiqués sur la fig. 7. — *m*, extrémité d'une pièce recourbée inférieure, ou seconde flèche *mm* (fig. 4), empêchant les deux parties *p* et *q* de l'avant-train de se séparer dans les cahots violents.

Fig. 3. Coupe transversale du télègue suivant la ligue a b (fig. 4). — *r*, coupe du levier *rr* (fig. 1), servant à soulever le télègue pendant le graissage des roues. Il n'y a guère que trois ou quatre leviers pareils dans un train de quinze télègues. Le graissage se fait au moyen de goudron conservé

dans des vases en bois placés ordinairement sur une petite banquette fixée à l'avant-train, au-dessus du timon.

Fig. 4. Coupe longitudinale du télègue, suivant la ligne c d (fig. 3). — On y voit représentées avec détail les deux flèches *kk* et *mm* et le mode d'assemblage de ces flèches avec l'arrière-train.

Fig. 5. Projection verticale du joug fixée au timon *ll*, par la corde *h* et par la cheville *i* (fig. 4). — *gg*, chevilles fixes; — *ff*, chevilles mobiles qu'on replace dans la position indiquée par la figure, dès que le cou du bœuf est introduit à côté de la cheville *g*.

Fig. 6. Projection verticale de l'avant-train et de la cheville ouvrière. — *oo*, cheville ouvrière. — *q*, partie mobile de l'avant-train tournant avec le timon et avec les essieux *nn*. — *p*, partie de l'avant-train restant toujours perpendiculaire à la flèche *kk*. — *ss*, petites bandes de fer longues de 0 m. 20, larges de 0 m. 02 et épaisses de 0 m. 01, encastrées dans les essieux aux points où ceux-ci frottent le plus contre les moyeux des roues : ces bandes au nombre de 4, et pesant en tout 1 kil. 2, sont les seules pièces de fer qui entrent dans la construction des télègues les plus soignés.

Fig. 7. Projection horizontale du timon, de la flèche et de la cheville ouvrière.

Fig. 8. Fourchette soutenant le timon non attelé. — Elle est quelquefois remplacée par un cadre rectangulaire.

DOCUMENTS

RELATIFS A

LA GÉOGRAPHIE, A LA MÉTÉOROLOGIE ET A LA VÉGÉTATION SPONTANÉE

DE LA CHAINE DU DONETZ.

RÉFLEXIONS GÉNÉRALES

SUR LES OBSERVATIONS ET LES CALCULS ASTRONOMIQUES DE LA CAMPAGNE DE 1837.

Applications à la géographie du pays et au magnétisme terrestre.

PAR M. LALANNE.

Quelle que fût la rapidité avec laquelle on devait explorer le bassin du Donetz, il aurait été possible d'y faire des observations astronomiques très-précises, si l'on avait possédé des instruments convenables. On avait d'abord compté sur le concours du ministère de la marine et sur la présence d'un ingénieur hydrographe, qui devait être muni des moyens les plus parfaits d'observation : on a appris que l'on en serait privé cinq ou six jours seulement avant le départ, et on a dû se contenter d'instruments de pacotille, achevés à la hâte, et à grand'peine, pour le dernier moment. Le baromètre et le sextant étaient bons, ainsi que les thermomètres libres ; mais le cercle à réflexion, la montre, le graphomètre et surtout la boussole étaient de qualité inférieure. Lorsque plusieurs de ces instruments eurent été soumis à la rude épreuve d'un transport en kibitka de Bakhmouth à Lougane, ils furent disloqués de manière qu'on les crut entièrement perdus, et l'on n'en put tirer parti qu'à force de soins et de peines. Les alidades du cercle avaient été faussées; l'axe de rotation n'était plus perpendiculaire au plan de l'instrument. On s'en est convaincu en établissant d'abord le grand miroir perpendiculaire au plan de l'instrument, puis le petit miroir parallèle au grand ; les deux images du soleil

étaient amenées au contact sur un point déterminé du limbe, et lorsqu'on venait à déranger la grande alidade, on ne retrouvait plus le contact parfait en cherchant à amener le petit miroir parallèle au grand. La différence s'élevait habituellement à 1/6 ou même à 1/3 du diamètre solaire, c'est-à-dire à cinq ou dix minutes.

On doit dire cependant qu'en réglant l'instrument avec le plus grand soin, de manière que les erreurs eussent lieu également en sens contraire, on est parvenu à obtenir des séries très-régulières pour les distances du soleil à la lune.

L'horizon artificiel, instrument aussi important que le cercle pour un observateur à terre, avait été, dans le cours du voyage, disloqué de la manière la plus fâcheuse. Les vis qui fixaient les trois pieds au disque circulaire en cuivre furent démontées par la succession non interrompue des cahots de la route ; le verre fut déchaussé et le noir de la face inférieure enlevé en partie ; le niveau à bulle d'air, choqué par le poids de l'horizon, fut réduit en poussière impalpable, littéralement parlant.

Heureusement on parvint à se procurer à Lougane un autre petit niveau à bulle d'air, que l'on fit monter sur plaque en cuivre, avec une vis à tête carrée et un petit ressort à boudin. Toutes les fois que l'on a employé l'horizon, on n'a eu que ce niveau pour l'établir, et on a constamment fait les vérifications par retournement, ce qui exigeait un temps considérable, et ce qui était d'autant plus difficile, que la partie inférieure de la plaque en cuivre du niveau n'était pas parfaitement plane, et qu'il fallait pour cette opération, comme pour le cercle, prendre un résultat moyen, de part et d'autre duquel les erreurs fussent les mêmes.

La montre dont on s'est servi était à secondes trotteuses, et de qualité tout à fait inférieure comme instrument de précision. La boussole était de tous ces instruments le plus mal exécuté, la moins propre à subir les chances du voyage, et celui qui a présenté les irrégularités les plus choquantes. Les observations de déclinaison faites dans une même localité avec une bonne boussole ordinaire ne devraient jamais différer de plus de quinze minutes, et fréquemment les nôtres ont offert des écarts de plus d'un degré. -- Des expériences directes faites sur place, ont prouvé que l'aiguille, après avoir pris une position d'équilibre à laquelle

on l'amenait par une suite de petits chocs, éprouvait souvent une déviation de plus d'un degré, que rien ne semblait motiver; cela tenait certainement aux altérations que le pivot avait subies.

On conçoit que des imperfections aussi notables dans les instruments aient été pour un observateur encore inexpérimenté une cause de difficulté incomparablement plus grande que s'il avait opéré, dès le commencement, avec des instruments précis; les erreurs qu'il faut lui attribuer viennent principalement de la confiance trop grande qu'il a eue d'abord dans la bonté des siens, et de la peine qu'il éprouvait à faire toutes les rectifications qui s'opèrent ordinairement avec tant de régularité sur les bons instruments. Aussi les erreurs de son fait ont-elles dû diminuer à mesure qu'il a acquis par l'usage la connaissance de ceux qu'il maniait.

Il faut ajouter enfin que la personne qui l'aidait dans toutes ces observations, qui relevait à la boussole l'azimuth du soleil, qui prenait les heures correspondantes, et qui inscrivait tous les nombres, était, par ses études, complétement étrangère à ce genre de travail, et que sa bonne volonté n'était pas une garantie suffisante contre toutes les chances d'erreurs.

Malgré tous ces obstacles, la moyenne des résultats obtenus paraît devoir s'éloigner assez peu de la vérité. Quelques détails sont nécessaires à ce sujet, et je vais discuter séparément les différents calculs qui ont été faits d'après les observations.

1° CALCULS DE LATITUDE.

La latitude de Lougane a été déterminée par cinq calculs fondés sur quatre observations, deux méthodes différentes ayant été employées pour les calculs de l'observation du 6 juillet. Les résultats extrêmes diffèrent de 5' 34". La moyenne 48° 33' 35" doit approcher beaucoup de la vérité : je la crois exacte à 45" ou une minute près. La position de Lougane, relevée sur la carte de l'état-major russe, donne 48° 34' 31" pour la latitude.

Une seule observation de latitude a été faite à Goundorovskaïa, elle donne 48° 23' 2", la carte indique 48° 22' 47" : différence 15". On est donc porté à croire que le résultat du calcul est vrai à 20 ou 30" près.

Les trois observations de Kamenskaïa s'accordent de la manière la plus satisfaisante, quoique deux d'entre elles aient été faites au sextant (celles du 9 et du 13 août) et une au cercle. Les résultats extrêmes ne diffèrent que de 23" ; il est donc très-probable que la moyenne de 48° 17' 19", qui est précisément le résultat immédiat de l'observation faite au cercle, ne diffère pas de la vérité de plus de 12 à 15".

La plus grande différence entre les trois observations de Kalitvenskaïa est de 1' 57"; la moyenne, de 48° 15' 35', doit être exacte à 50 ou 60" près.

Si l'on compose les résultats des observations faites à Kamenskaïa et à Kalitvenskaïa avec les positions des deux localités sur la carte, on trouvera pour la première 48° 20' 36", et pour la deuxième 48° 17' 59", de sorte que si nos moyennes étaient exactes, Kamenskaïa aurait été marqué sur la carte à 3' 17" et Kalitvenskaïa à 2' 24" trop au nord. Il est d'autant moins probable que cette discordance doive être attribuée au défaut de nos observations, qu'elle n'existe pas pour Lougane et Goundorovskaïa, et que les observations de Kamenskaïa surtout paraissent très-bonnes. On pourra remarquer que la latitude trouvée par nous pour Kamenskaïa diffère seulement de 40" de celle que la carte attribue à Kalitvenskaïa : on serait donc tenté de croire qu'il y a eu erreur dans les opérations graphiques fondées probablement sur des opérations de géodésie ou d'astronomie, qui ont déterminé différents points de la carte. Cette opinion sera confirmée encore par le calcul de la longitude de Kamenskaïa, qui donne deux heures trente et une minutes (en temps), résultat que la carte donne encore pour Kalitvenskaïa, en plaçant Kamenskaïa seulement à deux heures trente minutes à l'est du méridien de Paris. Enfin, pour ajouter un nouveau degré de certitude à l'opinion que la carte est erronée dans quelques points, et au moins pour la latitude des deux localités dont nous parlons, il suffit de la comparer au plan qui nous a été remis du cours du Donetz entre Izioum et l'embouchure dans le Don. La comparaison est résumée dans le tableau suivant :



LOCALITÉS.	DIFFÉRENCES DE LATITUDE				DIFFÉRENCES DE LONGITUDE			
	EN VERSTES		EN DEGRÉS.		EN VERSTES.		EN DEGRÉS.	
	Carte de l'état-major.	Plan du Donetz.	Carte.	Plan	Carte.	Plan.	Carte.	Plan.
Goundorovskaïa Kamenskaïa. .	32,3	8	2' 34"	4' 36"	191·2	18	•	•
Goundorovskaïa Kalitvenskaïa. .	84,2	13	4' 53"	7' 29"	38	36	•	•

D'après le plan du cours du Donetz, levé sous la direction des officiers des voies de communication, Kamenskaïa et Kalitvenskaïa devraient donc être placées respectivement à 2' 2" et à 2' 36" au sud des positions qui leur sont assignées sur la carte de l'état-major russe. Nous avons trouvé 3' 17" et 2' 24" pour ces mêmes changements de position. Nos observations sont donc confirmées d'une manière remarquable, au moins dans le sens général de leurs indications, pour la latitude.

Quant à la longitude, la concordance qui existe à peu près entre les deux cartes tend seulement à prouver que Goundorovskaïa, Kamenskaïa et Kalitvenskaïa ont été placées aux distances respectives qui leur conviennent, perpendiculairement au méridien. Mais, comme sur le plan du cours du Donetz la ligne méridienne n'est indiquée qu'en direction sans être rapportée par une cote de longitude à aucun méridien, on ne peut pas en conclure que tout le pays, dans certaines limites, n'ait pas été trop resserré vers l'ouest, comme le démontrerait notre calcul de longitude, s'il était convenablement vérifié.

Quoi qu'il en soit, les discordances que nous venons de signaler entre deux documents rédigés tous deux sous la surveillance du gouvernement russe prouvent irrécusablement que l'on n'a point

déterminé avec une précision suffisante la position géographique de plusieurs points de la Russie d'Europe. Il ne sera pas non plus inutile de faire connaître l'erreur qui a été commise par Andriveau-Goujon dans la grande carte d'Europe, où il place Goundorovskaïa sur la rive droite du Donetz, tandis que cette stanitza est réellement sur la rive gauche.

2° CALCULS D'HEURES.

Une longue série de calculs d'heures a été entreprise à Lougane, du 6 au 11 juin, pour observer le mouvement de la montre. Il en est résulté que ce mouvement, qui agissait toujours dans le sens du retard, n'était point uniforme, comme on peut s'en assurer par la comparaison de la dernière et de l'antépénultième colonne du petit tableau suivant qui résume les calculs.

DATES.	Heures des observations en temps vrai.			Équation du temps à Paris.		Correction pour la longitude et l'heure.		Équation du temps corrigée.		Heures des observations en temps moyen			Heures à la montre.			Retard sur le temps moyen.	
	h.	m.	s.	m.	s.		s.	m.	s.	h.	m.	s.	h.	m.	s.	m.	s.
6 juillet.	12	00	00	4	18	—	2	4	16	12	4	16	11	46	21	17	55
8 id.	4	25	44	4	37	+	1	4	38	4	30	22	4	8	22	22	0
10 id.	8	4	47	4	56	—	2	4	54	8	9	41	7	44	20	25	21
11 id.	8	55	26	5	2	—	4	5	2	9	0	28	8	34	25	26	3

Ces observations, du reste, concordent bien entre elles, du moins si on prend les moyennes obtenues par différentes méthodes; on pourra remarquer que deux séries différentes de hauteurs du soleil, observées à Kalitvenskaïa avec le cercle répétiteur, ont donné pour le retard de la montre des quantités qui ne diffèrent que de trois secondes. Encore la plus grande des deux est-elle prise après l'autre, et on sait que le retard allait toujours en augmentant.



3° CALCULS DE DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE.

L'approximation de la déclinaison magnétique dans les quatre localités où elle a été observée ne peut pas être évaluée exactement, parce qu'en opérant avec une aiguille ordinaire, qui n'est pas susceptible de retournement, on n'est pas certain que les pôles magnétiques soient dans l'axe de figure. Mais il est probable que les *différences* de déclinaison sont exactes à 15 ou 20' près. En effet, si on prend, pour Kalitvenskaïa, la 2[e] moyenne 3° 17' 42", on pourra écrire le tableau suivant.

LOCALITÉS.	Distances successives en longitude.	Moyennes observées pour la déclinaison.	Différences successives.	Différences calculées par les points extrêmes.	Moyennes calculées d'après les points extrêmes.
	verstes.	deg. m. s.	m. s.	m. s.	deg. m. s.
Lougane...........		4 38 28			4 38 28
	30 »		45 20	35 39	
Goundorovskaïa....		3 53 8			4 2 49
	19 5		16 52	23 9	
Kamenskaïa........		3 36 16			3 39 40
	18 5		18 34	21 58	
Kalitvenskaïa......		3 17 42			3 17 42

On a supposé, pour la formation des deux dernières colonnes de ce tableau, que les déclinaisons magnétiques observées aux deux points extrêmes étant exactes, la déclinaison décroissait, dans un espace resserré, proportionnellement aux distances mesurées en longitude. C'est donc en divisant la différence 1° 20' 46" entre les déclinaisons observées à Lougane et à Kalitvenskaïa, proportionnellement aux distances 30, 19 1/2 et 18 1/2, que l'on a trouvé les trois nombres 35' 39", 23' 9" et 21' 58" de l'avant-dernière colonne. La dernière colonne a été formée par la soustraction successive de ces nombres, ôtés de la déclinaison 4° 38' 28" prise à Lougane.

Le plus grand écart entre les moyennes observées étant seulement de 9' 41" (pour Goundorovskaïa), on a donc une forte raison de croire que, si les points de départ étaient certains, les moyennes intermédiaires seraient exactes à moins de 15 minutes près En supposant pour chacun des points extrêmes une incertitude de 20 minutes, il semble probable que l'on peut compter sur les moyennes de nos observations de déclinaison, à un demi-degré près.

Quel que soit, du reste, le degré d'approximation absolue obtenu dans les calculs de déclinaison magnétique, ils prouvent irrécusablement que, dans cette partie de l'ancien continent, l'angle de déclinaison décroît beaucoup plus rapidement que dans l'Europe occidentale, puisque la diminution est d'environ 1° par degré de longitude.

4° CALCUL DE LONGITUDE.

Les calculs de longitude déduits des distances du soleil à la lune, lorsque l'on n'a pas pu prendre les hauteurs des astres en même temps que leurs différences, sont d'une longueur si rebutante, que l'on en a fait un seul pour exemple. Encore ne l'a-t-on pas vérifié comme la plupart des autres, de sorte que l'on n'ose répondre qu'il ne s'y soit pas glissé des fautes. On a déjà dit, en parlant des latitudes, que la position de Kalitvenskaïa donnée par la carte s'accorderait très-bien avec celle que le calcul de longitude et la moyenne des latitudes donnent à Kamenskaïa.

LONGITUDES, LATITUDES APPROCHÉES.

C'est par des mesures directes prises sur la carte de l'état-major russe, où le premier méridien passe par l'Ile-de-Fer, que l'on a évalué les longitudes et les latitudes approchées des différentes localités désignées ci-dessous. En prenant 20° 30' pour la longitude occidentale de l'Ile-de-Fer par rapport au méridien de Paris (*Connaissance des Temps*, p. 358), on trouvera les nombres consignés dans les deux dernières colonnes du tableau.

LOCALITÉS.	LATITUDE.			LONGITUDE à l'est de l'Ile-de-Fer.		LONGITUDE A L'EST DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS en degrés.		LONGITUDE A L'EST DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS en temps.			
	deg.	m.	s.	degrés.	m.	degrés.	m.	h.	m.	s.	
Louganski-Zavode.	48	34	21	57	2	36	52	2	26	8	Voir les tables LVI et LVII de Guépratte.
Goundorovskaïa...	48	22	47	57	45	37	15	2	28	52	
Campement de la Biélinka...	48	21	59	57	37	37	7	2	28	28	
Kamenskaïa......	48	20	36	58	0	37	30	2	30	0	
Kalitvenvskaïa....	48	17	59	58	15	37	45	2	31	0	
Novo-Tcherkask...	48	24	44	57	46	37	16	2	29	4	

RÉFLEXIONS GÉNÉRALES

SUR

LE CLIMAT DE LA RUSSIE MÉRIDIONALE ET SUR LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES EN 1837.

Ce n'est que rarement, à des intervalles inégaux, à des heures variables, qu'on a pu faire quelques observations météorologiques pendant le cours de la campagne de 1837 ; elles étaient principalement destinées à régler les corrections des réfractions astronomiques, dans les observations de hauteur du soleil. On les a consignées dans le tableau ci-joint.

On pourra remarquer que, dans une même journée, les variations thermométriques sont parfois considérables. Le 6 avril, à Goundorovskaïa, le thermomètre centigrade ne donnait que 22° 5 à 6 heures et demie du matin ; ce qui suppose qu'il était descendu à 20° à peu près un peu avant le lever du soleil. A midi, le même instrument placé à l'ombre, tourné vers le midi, mais assez peu exposé aux réverbérations, marquait l'incroyable température de 40° 5, et le même jour, à Lougane, on observait encore au moins un degré de plus. Un vent violent soufflait du sud, et les particules sableuses qu'il soulevait contribuaient probablement à augmenter les indications du thermomètre. Il n'en est pas moins certain que la chaleur était étouffante : cette sensation produite par des raffales d'un vent brûlant a quelque chose d'insupportable pour ceux qui n'y sont pas habitués. Que l'on se figure tous les assemblages de charpente des maisons craquant sous les efforts exercés par la contraction des bois; quelquefois même les châssis des croisées gauchis et les carreaux brisés : on aura une idée de ce que peut faire éprouver dans la steppe le souffle enflammé du vent du midi.

Les nuits sont froides dès que ce vent cesse de souffler; on voit quelquefois de la gelée blanche, même en été, lorsque le ciel est parfaitement serein. Le 21 juillet, à midi, le thermomètre mar-

quait 30° à Goundorovskaïa ; et le matin, à six heures, près de deux heures après le lever du soleil, dans la vallée de la Biélinka, qui était fort bien abritée contre le rayonnement nocturne, le thermomètre libre ne marquait que 14°, et le thermomètre du baromètre que 11° 3. La température de l'air ambiant était donc descendue sur la steppe, au moins jusqu'à 9 ou même 8°; ce qui donne une différence d'environ 21 à 22° avec la température du milieu du jour.

La saison dont nous avons passé une partie dans la Russie méridionale paraît avoir été soumise à des anomalies qui ne se présentent pas ordinairement. Ainsi le temps a été pluvieux et orageux pendant tout le mois de juin et une partie de juillet; cependant à cette époque le beau fixe règne ordinairement à Odessa. Tous les renseignements recueillis dans nos longues excursions se sont accordés à nous peindre comme beaucoup plus brusques qu'à l'ordinaire les alternatives de beau et de mauvais temps que nous avons subies.

Le 7 et le 8 septembre, à Popovskoï, la température s'élevait encore au moins à 32° dans le milieu du jour; mais dans la nuit du 8 au 9, un vent violent et froid s'éleva, et, continuant les jours suivants, abaissa la température d'au moins 12 à 15°, et changea complétement le régime atmosphérique. Le temps devint pluvieux et humide, et jusqu'au 29 septembre on n'eut plus un jour de chaleur. Dans la nuit du 28 au 2 , une pluie abondante n'avait cessé de tomber avec de violentes raffales. Vers six heures du matin, le soleil se leva pur, mais avec un froid des plus vifs, qui alla toujours croissant jusqu'au 3 octobre, et qui était déjà bien diminué le 4. Son intensité fut telle, que des mares bien abritées, au fond des vallées, furent entièrement gelées; les ouvriers mineurs de Licitchia-Balka paraissaient en souffrir autant que nous-mêmes. Le 2, l'horizon entier qui entourait les steppes où nous marchions présentait l'aspect menaçant de ces nuages gris, disposés par faisceaux parallèles, qui annoncent la chute de la neige à une grande distance. Cependant nous ne croyons pas qu'il en soit tombé.

Il serait difficile de donner une explication de toutes ces particularités; mais elles nous ont paru assez curieuses pour être mentionnées ici.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites, en 1837, dans le bassin du Donetz.

Localité	Date.	Heure.		BAROMÈTRE. Colonne supérieure.		Colonne inférieure.		Hauteur totale.		Therm. du baromet.		Therm. libre.		REMARQUES.
		h.	m.	mil.		mil.		mil.		d.	m.	d.	m.	
Lougane...	3 juillet.	»	»	386	55	367	50	736	05	21	6	22	8	
	6 id.	»	»	388	95	358	25	747	20	20	5	27	»	A l'observatoire de M. Schulmann.
	6 id.	4	»	369	55	367	30	736	65	25	»	25	7	
	7 id.	»	»	368	35	366	37	734	72	25	»	26	5	
	7 id.	4	»	387	35	366	40	755	75	26	5	26	5	Au moment d'un fort ouragan.
	8 id.	»	»	388	50	366	73	755	25	25	»	25	»	
Goundo-rovskaia.	24 juillet.	»	»	392	25	368	95	761	20	30	5	»		
	7 août.	20	»	392	10	370	15	762	25	25	»	25	»	
	5 id.	5	»	392	25	369	60	761	85	33	2	34	5	
	3 id.	4	»	392	25	370	»	762	25	36	5	36	»	
	3 id.	15	30	391	60	370	85	763	45	25	3	22	5	
	6 id.	»	»	»		»		»				40	5	Le même jour, à Lougane, on observait 41° 5 au témoignage de M. Malmvand.
Kamenskaia	7 août	5	»	»		»		»		»		33	»	
	7 id.	19	»	»		»		»		»		22	»	
	8 id.	5	»	»		»		»		»		32	»	
	11 id.	6	»	»		»		»		»		25	»	
	20 id.	19	»	388	80	367	95	756	75	16	6	15	2	
	21 id.	»	»	368	85	367	57	736	42	18	4	22	5	
	22 id.	18	»	388	»	366	75	734	75	18	9	19	»	
Kalitvenskaia.....	24 août	»	»	386	45	365	»	751	45	22		25	»	
	24 id.	18	30	387	80	366	30	754	[illegible]	20	5	20	»	
	25 id.	»	»	388	20	366	70	754	90	21	2	27	2	
	25 id.	19	»	389	60	367	70	757	30	18	»	16	»	
	2 sept.	»	»	392	20	367	30	759	50	30	3	34	9	
Campement de la Bélinka...	25 juillet	18	»	389	70	368	40	758	10	11	3	14	»	

CATALOGUE

DES PLANTES PHANEROGAMES,

RECUEILLIES DANS

LA CHAINE DU DONETZ ET DANS LES STEPPES ADJACENTES (1),

dressé

PAR M. LE DOCTEUR LÉVEILLE.

PLANTÆ MONOCOTYLEDONEÆ.

GRAMINEÆ. *Juss.*

Phleum pratense. L.
Stipa tortilis L.
Ægylops cylindrica. W.
Elymus sabulosus. M. B.
Bromus inermis. L.
B. Secalinus. L.
Anthoxanthum odoratum. L.
Phalaris arundinacea. L.
Holcus Lanatus. L.
Poa nemoralis. L.
P. Annua. L.
P. Bulbosa. L.
P. Pratensis. L.
Cynosurus cristatus. L.

(1) La caisse qui contenait la plus grande partie des plantes recueillies dans la contrée du Donetz a été égarée dans le trajet de Taganrog à Marseille ; le catalogue ci-joint, dressé par M. le docteur Léveillé, d'après l'examen des seules plantes qui aient échappé à tous les accidents du voyage, ne peut donc donner qu'une idée fort incomplète de la végétation propre à cette

Briza media. L.
Festuca ovina. L.
Lolium perenne. L.
Avena fatua. L.

ALISMACEÆ. *Juss.*

Butomus umbellatus. L.
Alisma Plantago. L.

Sagittaria sagittifolia L

LILIACEÆ. *Juss.*

Allium senescens. L.?
A. sphærocephalum. L.

IRIDEÆ. *Juss.*

Iris halophila. Var. stenogyna Red.

PLANTÆ DICOTYLEDONEÆ.

POLYGONEÆ. *Juss.*

Polygonum tataricum. M. B.
P. Hydropiper. L.
P. aviculare. L.

ATRIPLICEÆ. *Juss.*

Salsola..., affinis. S. collinæ.

Ceratospermum arenarium. M. B.

AMARANTHACEÆ. *Juss*

Herniaria hirsuta. L.

PLANTAGINEÆ. *Juss*

Plantago arenaria. W. K.
P. major. L.
P. media. L.

PLUMBAGINEÆ. *Juss.*

Statice latifolia. Sm.

contrée. Ce catalogue suffit néanmoins pour prouver qu'il existe de profondes différences entre la flore de la chaîne du Donetz et celle des contrées situées dans l'ouest de l'Europe, aux mêmes latitudes.

Pour combler autant que possible les lacunes que présente ce catalogue, j'y ai inséré l'indication d'une partie des plantes qui avaient été recueillies dans le cours de l'exploration, et dont j'avais conservé le nom sur mes notes, parce qu'elles m'avaient paru complétement identiques avec des espèces qué j'avais souvent observées aux environs de Paris. Toutefois, deux motifs principaux m'ont engagé à distinguer cette deuxième catégorie des plantes par des *lettres italiques* : en premier lieu, la détermination que j'en ai faite ne présente pas les mêmes garanties que les déterminations dues au savant docteur chargé des études botaniques de l'expédition de Crimée ; en deuxième lieu, cette distinction ramènera la pensée sur les circonstances qui ont motivé ces citations d'espèces ***exclusivement occidentales***, et rappellera au lecteur que cette deuxième catégorie d'espèces ne peut servir à atténuer le caractère éminemment oriental de la flore du Donetz. F. LP.



Statice tatarica. L.
S. caspia. W.

PRIMULACEÆ. *Vent.*

Lysimachia Nummularia. L.
Primula inflata. Var. macrocalyx. Lehm.
Hottonia palustris. L.

RHINANTHACEÆ. *DC*

Veronica austriaca. L.
V. neglecta. Wahl.
V. spuria. Lejeune.
V. Anagallis. L.
V. Beccabunga. L.
Euphrasia lutea. L.
E. Odontites. L.
Melampyrum arvense. L.
Rhinanthus Crista galli. L.

LABIATÆ. *Juss.*

Salvia nutans. W. K.
S. Æthiopis. L.
S. pratensis. L.
S. austriaca. Jacq
S. sylvestris. L.
S. verticillata. L.
Teucrium Chamæpytis L.
T. Polium. Lam.
T. Chamædrys. L.
Satureia Thymbra. L.
Hyssopus officinalis. L.
Nepeta Nepetella. L. ?
N. graveolens. L. ?
N. ucranica. L.
N. Cataria L.
Stachys Sideritis L.
S. palustris. L.
Leonurus Cardiaca. L.
Phlomis pungens. W.
P. tuberosa. L.
Thymus Serpyllum. L.
T. Serp. Var. lanuginosus. Schk.
T. Marschallianus W.
Acinos vulgaris. DC.
Scutellaria hastifolia. L
S. galericulata. L.
Ajuga reptans. L.
A. pyramidalis. L.
Lycopus europæus. L
Galeopsis Tetrahit.
Lamium Album L.
L. purpureum. L.

ANTHIRRHINEÆ. *Juss*

Gratiola officinalis. L.
Linaria genistifolia. Fisch
L. versicolor. Moench.
L. striata. DC
L. affinis...., Linariæ Loeselii. Schweigg.
Scrophularia aquatica. L.
S. nodosa. L.

SOLANEÆ. *Juss.*

Datura Stramonium. L.
Physalis Alkekengi. L.
Solanum Dulcamara. L.
S nigrum. L.
Verbascum Thapsus. L.
V. Blattaria L.

BORRAGINEÆ. *Juss.*

Tournefortia Arguzia R. Br
Cerinthe glabra. L.

Heliotropium europaeum. L.
Echium vulgare. L.?
Anchusa italica. L.
A. ochroleuca. M. B.?
Echinospermum Lappula. M B.
Borrago officinalis. L.
Asperugo procumbens. L.
Lithospermum officinale. L.
L. arvense. L.
Myosotis perennis, Var. α L. et DC.

ASCLEPIADEÆ. *R. Br.*

Cynanchum acutum. L.
C. Vincetoxicum. Pers.

CINAROCEPHALÆ. *Juss.*

Echinops ruthenicus. Fisch.

CORYMBIFERÆ. *Juss.*

Xeranthemum annuum. L.
Gnaphalium arenarium L.
Chrysocoma incana. DC.
Inula squarrosa. L.
I. Pulicaria. L.
Aster Amellus. L.
A. Tripolium. L.
Artemisia austriaca. Jacq.
A. vulgaris. L.
A. campestris L.
A. Absinthium. L.
A. maritima L.
Anthemis tinctoria. L.
A. Cotula. L.
Pyrethrum..., affine millefoliati. W.
Achillea Gerberi. W.
A. micrantha. W.
Achillea leptophylla. M. B.
A. Millefolium. L.
A. Ptarmica L.
Bidens tripartita. L.
B. cernua. L.
Eupatorium cannabinum L.

DIPSACEÆ. *Juss.*

Scabiosa ucranica. L.
S. arvensis. L.
S. centauroides. Lam

RUBIACEÆ. *Juss.*

Asperula echioides. M. B.
A. cynanchica L.
A. galioides. M. B.
Galium articulatum. M. B.
G. rubioides. M. B.
G. Mollugo. L.
G. Aparine. L.

UMBELLIFERÆ. *Juss.*

Seseli tuberosum. Var. tauricum. DC.
Eryngium dichotomum. Desf.
Daucus Carota. L.
Phellandrium aquaticum. L.
Conium maculatum. L.
Sanicula europaea. L.

RANUNCULACEÆ. *Juss.*

Clematis integrifolia. L.

FUMARIACEÆ. *DC.*

Fumaria officinalis. L.



CRUCIFERÆ. *Juss.*

Erysimum perfoliatum. L.
Sisymbrium pannonicum. L.
S. Sophia. L.
Alyssum alpestre. L.
A. edentulum. M. B.
A. montanum. L.
Nasturtium sylvestre. DC.
Lepidium Draba. L.
L. latifolium. L.
L. perfoliatum. L.
Berteroa incana. DC.
Cardamine pratensis. L.
Thlaspi arvense. L.
Sinapis arvensis. L

RUTACEÆ. *Juss.*

Peganum Harmala. L.

ZYGOPHYLLEÆ, *R. Br.*

Zygophyllum Fabago. L.

CARYOPHYLLEÆ *Juss.*

Arenaria serpyllifolia. L.
A. holostea. M. B
Gypsophila muralis. L.
Dianthus Armeria.
D. atro-rubens. All.
D. campestris. M. B.
Silene viscosa. L.

SALICARIÆ. *Juss.*

Lythrum Salicaria. L
L. virgatum. L.

ROSACEÆ. *Juss.*

Potentilla Anserina. L.
P. argentea. L.
P. hirta. L.
Spiræa Filipendula. L.

LEGUMINOSÆ. *Juss.*

Genista depressa. M. B.
G. Tinctoria. L.
Cytisus austriacus. L.
Trifolium arvense. L.
T. ambiguum. M. B.
T. montanum. L.
T. campestre. L.
T. repens. L.
T. filiforme. L.
T. fragiferum. L.
Melilotus cœrulea. Desv.
M. altissima. Thuil.
Medicago falcata. L.
M. Sativa. L.
Lotus corniculatus. L.
Astragalus albicaulis. DC.
A. asper. M. B.
A. Onobrychis. L
A. Onob. Var. tauricus. DC.
A. glycyphyllos. L.
Anthyllis Vulneraria. L.
Hedysarum Onobrychis. L.
Vicia Cracca. L.
V. Sativa. L.
Ervum tetraspermum. L

EUPHORBIACEÆ. *Juss.*

Euphorbia hibernica. L.
E. Esula. L.
E. helioscopia. L.
E. sylvatica. L.

CONIFERÆ. *Juss.*

Pinus nigra. Ait.?
P. Sylvestris. L.

ULMACEÆ. *Mirb*

Ulmus campestris. L.

BETULINEÆ. *C. L. Rich.*

Alnus glutinosa. L.
Betula alba. L.

CUPULIFERÆ. *L. C. Rich*

Quercus Robur. L.
Corylus Avellana. L.
Carpinus Betulus. L.
Fagus sylvatica. L.

SALICINEÆ. *L. C. Rich.*

Salix capræa. L
S. aurita L.
Populus Tremula L

FIN

RAPPORTS DES MESURES, POIDS ET MONNAIES RUSSES

entre eux et avec les unités françaises.

DESIGNATION des mesures, poids et monnaies russes.	RAPPORTS des unites russes entre elles.			USAGES HABITUELS des mesures russes et observations diverses.	CONVERSION des unités russes en unités françaises		
			MESURES DE LONGUEUR.				
					kilomèt.	mètres.	millimèt.
Verste........	500 sagènes.	1,500 archines.	3,500 pieds	Mesure itinéraire.	1 0668	»	»
Sagène........	3 archines.	7 pieds.	»	Toise russe......	»	2 1336	»
Archine........	16 verchok.	28 pouces.	»	Aune russe......	»	0 7112	»
Pied.	12 pouces.	144 lignes.	»	Identique avec le pied anglais.....	»	0 3048	»
Verchok......	21 lignes.	»	»	»	»	0 0444	»
Pouce....... .	12 lignes.	»	»	»	»	0 0254	»
Ligne........	»	»	»	»	»	»	2 10
			MESURES DE SUPERFICIE.				
					hectares.	mèt. car.	cent. car.
Verste carree...	250,000 sag. car.	»	»	Pour les évaluations géographiq.	113 8062	»	»
Déciatine......	2,400 sag. car.	»	»	Mesure agraire...	1 0925	»	»
Sagène carree...	9 arch. car.	49 pi. car.	»	»	»	4 5525	»
Archine carrée.	256 verch. car.	»	»	»	»	0 5058	»
Pied carré.....	144 po. car.	»	»	»	»	0 0929	»
Verchok carré..	441 lig. car.	»	»	»	»	»	19 71
Pouce carré....	144 lig. car.	»	»	»	»	»	6 45

RAPPORTS DES MESURES, POIDS ET MONNAIES RUSSES

entre eux et avec les unités françaises (suite).

DÉSIGNATION des mesures, poids et monnaies russes.	RAPPORTS des unités russes entre elles.			USAGES HABITUELS des mesures russes et observations diverses.	CONVERSION des unités russes en unités françaises.		
MESURES DE VOLUME.							
					mét. cub.	deci. cub.	cent. cub.
Sagène cube....	27 arch. cub.	343 pi. cub.	»	Évaluations diverses. Mesurage des bois de chauffage.	9 712721	»	»
Id. (petite).	9 arch. cub.	214 pi. cub.	»	Mesurage des bois de chauffage (un tiers de la préc.)..	3 237574	»	»
Korob.........	6 arch. cub.	»	»	Mesurage des charbons de bois....	2 158371	»	»
Archine cube...	4,096 verch. cub.	»	»	»	0 359729	»	»
Tchetvert......	»	»	»	Mesur. des grains.	0 209740	»	»
Pied cube......	1,728 po. cub.	»	»	»	»	28 317	»
Vedro.........	»	»	»	Mesur. des boissons	»	12 289	»
Verchok cube..	»	»	»	»	»	»	87 812
Pouce cube.....	1,728 lig. cub.	»	»	»	»	»	16 383
Ligne cube. ...	»	»	»	»	»	»	0 009
POIDS.							
					kilog.	gram.	
Poud........ ..	40 livres.	3,840 zolotnik.	»	»	16 372	»	»
Livre.........	96 zolotnik.	9,216 doli.	»	»	0 409	»	»
Zolotnik.......	96 doli	»	»	»	»	4 260	»
Doli......... .	»	»	»	»	»	0 050	»
MONNAIES.							
					fr. c.		
Rouble argent..	100 kop. argent.	3 ro. 60 kop. ass.	»	Valeur d'après le change ordinaire.	4 08	»	—
Id... ...	»	»	»	Valeur d'après le titre...........	4 00	»	—
Rouble assignat.	100 kop. assig.	0 ro. 28 kop. arg.	»	»	1 12	»	—
Kopek argent ..	»	»	»	»	0 04	»	»
Kopek assignat.	»	»	»	»	0 01	»	»



ERRATA.

Page 13,	ligne 15,	*au lieu de*	butter,	*lisez* : buter.
27,	8,		Backmouth	Bakhmouth.
id.,	12,		*id.*,	*id.*
41.	11,		*Æthiopica.*	*Æthiopis.*
86,	18,		Eiffel,	Eifel.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES GITES CARBONIFÈRES ET DES GROUPES DE HOUILLÈRES,

AVEC RENVOI

AUX DIVERSES PARTIES DE L'OUVRAGE OU IL EN EST FAIT MENTION.





TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

INTRODUCTION.

EXPLORATION DES TERRAINS CARBONIFÈRES DU DONETZ, *ou Recherches sur l'état actuel et sur l'avenir de l'industrie minérale dans cette contrée*, par M. F. LE PLAY.

CHAPITRE I.

Topographie, végétation et climat de la chaîne du Donetz et des steppes environnantes.

CHAPITRE II.

Constitution géologique de la chaîne du Donetz.

§ I. — EXPOSÉ DES FAITS GÉOLOGIQUES.





CHAPITRE III.

Descriptions des gîtes carbonifères et ferrifères

CHAPITRE IV.

Conclusions sur l'état actuel et sur l'avenir de l'industrie minérale dans la chaîne du Donetz.

§ Ier. — IMPORTANCE DES GITES CARBONIFÈRES DU DONETZ.

§ II. — DÉBOUCHÉS ACTUELS ET FUTURS DES CHARBONS DE TERRE DU DONETZ.



§ III. — Moyens de développer l'exploitation des houillères du Donetz.

DOCUMENTS

RELATIFS A L'EXPLORATION DES TERRAINS CARBONIFÈRES DU DONETZ.

DOCUMENTS

RELATIFS A LA GÉOGRAPHIE, A LA MÉTÉOROLOGIE ET A LA VÉGÉTATION SPONTANÉE DE LA CHAINE DU DONETZ.

FIN DE LA TABLE.

